

Reduzierung unerwünschter Effekte bei der
zahnärztlichen Lokalanästhesie

DISSERTATION

**Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)**

Vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Tobias Dirnbacher
geboren am: 5. Februar 1973 in Fürstenfeldbruck

Gutachter

1. Prof. Dr. Glockmann, Jena
2. PD Dr. Reinhardt, Jena
3. Prof. Dr. Benz, München

Tag der öffentlichen Verteidigung: 01. April 2003

	Seite
1. Inhaltsverzeichnis	2
2. Zusammenfassung	4
3. Einleitung	6
4. Literaturübersicht	8
4.1. Die lokale Schmerzausschaltung in der zahnärztlichen Praxis	8
4.1.1. Leitungsanästhesie	9
4.1.2. Infiltrationsanästhesie	10
4.1.3. Unerwünschte Wirkungen der Leitungs- und Infiltrationsanästhesie	10
4.1.4. Oberflächenanästhesie	11
4.1.5. Intraligamentäre Anästhesie	12
4.1.6. Unerwünschte Effekte bei der intraligamentären Anästhesie	12
4.2. Die Geschichte der intraligamentären Anästhesie und die bisher verwendeten Instrumente	13
4.2.1. Instrumente für die intraligamentäre Anästhesie	15
4.2.1.1. Pistolengriff-Systeme	15
4.2.1.2. Federhaltergriff-Systeme mit Dosierhebel	16
4.2.1.3. Kanülen	16
4.2.2. Wirkungsweise	17
4.2.2.1. Vaskuläre Verteilung	18
4.2.2.2. Medulläre Verteilung	18
4.2.2.3. Kombination vaskulärer und medullärer Verteilung	19
4.2.2.4. Fazit	19
4.3. Einsatzmöglichkeiten der intraligamentären Anästhesie	21
4.3.1. Kontraindikationen für die intraligamentäre Anästhesie	22
5. Ziele der Arbeit	23
5.1. Fragestellungen	23
5.2. Hypothesen	24
5.3. Studienziel	24
6. Material und Methode	26
6.1. Injektionsapparat für die intraligamentäre Anästhesie	26
6.1.1. Technischer Aufbau	26
6.1.2. Injektion mit dem Soft.Ject	27
6.2. Anästhetikum	31
6.3. Methodenvergleich	32
6.4. Studienparameter	33
6.5. Patientengut	34
6.6. Signifikanztests	34
7. Ergebnisse	35
7.1. Statistische Auswertung	35
7.2. Auswertung	40
7.2.1. Intraligamentäre Anästhesie	40
7.2.1.1. Therapeutische Maßnahmen unter intraligamentärer Anästhesie	40
7.2.1.2. Operationszeit	41
7.2.1.3. Injektionsschmerzen	41

7.2.1.4.	Injektionslatenzzeit	42
7.2.1.5.	Injektionsmenge	43
7.2.1.6.	Anästhesieversager	44
7.2.1.7.	Dauer der Anästhesie	45
7.2.1.7.1.	Dauer der Anästhesie im Vergleich zur Operationszeit	46
7.2.1.8.	Subjektiv wahrgenommene Beeinträchtigungen	47
7.2.2.	Leitungsanästhesie	48
7.2.2.1.	Therapeutische Maßnahmen unter Leitungsanästhesie	48
7.2.2.2.	Operationszeit	48
7.2.2.3.	Injektionsschmerzen	49
7.2.2.4.	Injektionslatenzzeit	49
7.2.2.4.1.	Injektionslatenzzeit im Vergleich zur durchschnittlichen Operationszeit	50
7.2.2.5.	Injektionsmenge	50
7.2.2.6.	Anästhesieversager	51
7.2.2.7.	Dauer der Anästhesie	52
7.2.2.7.1.	Dauer der Anästhesie im Vergleich zur Operationszeit	53
7.2.2.8.	Subjektiv wahrgenommene Beeinträchtigungen	54
7.2.3.	Infiltrationsanästhesie	54
7.2.3.1.	Therapeutische Maßnahmen unter Infiltrationsanästhesie	54
7.2.3.2.	Operationszeit	55
7.2.3.3.	Injektionsschmerzen	55
7.2.3.4.	Injektionslatenzzeit	56
7.2.3.4.1.	Injektionslatenzzeit im Vergleich zur durchschnittlichen Operationszeit	56
7.2.3.5.	Injektionsmenge	57
7.2.3.6.	Anästhesieversager	58
7.2.3.7.	Dauer der Anästhesie	59
7.2.3.7.1.	Dauer der Anästhesie im Vergleich zur Operationszeit	60
7.2.3.8.	Subjektiv wahrgenommene Beeinträchtigungen	61
7.3.	Einsatzfähigkeit nach der Anästhesie und Anästhesieerfolg	62
7.4.	Fallbeispiele	63
7.4.1.	Differenzialdiagnose unklarer pulpitischer Beschwerden	63
7.4.2.	Komplettierung partieller Anästhesieversager im Unterkiefer	65
8.	Diskussion	69
9.	Schlussfolgerungen	75
10.	Literatur	77
11.	Anhang	86
11.1.	Danksagung	86
11.2.	Lebenslauf	87
11.3.	Ehrenwörtliche Erklärung	88

2. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, durch eine Vergleichsuntersuchung nähere Aufschlüsse darüber zu erlangen, ob die intraligamentäre Anästhesie (ILA) mit dem Injektionsapparat Soft.Ject auch bei zahnärztlichen **Maßnahmen der Zahnerhaltung** (Präparationen, endodontische Maßnahmen) Vorteile auch für die zahnmedizinische Versorgung von Angehörigen der Bundeswehr gegenüber den üblichen Anästhesieformen hat.

Für die Leitungs- und Infiltrationsanästhesie kamen handelsübliche Aspirationsspritzen „Aspira plus“ der Firma Aesculap (Tuttlingen) zur Anwendung.

Jede Anästhesiemethode wurde in mindestens 200 Fällen dokumentiert, um aufschlussreiche Vergleiche liefern zu können.

Die Ergebnisse der Vergleichsstudie haben gezeigt, dass die intraligamentäre Anästhesie für nahezu alle Indikationen Vorteile gegenüber den herkömmlichen Anästhesiemethoden aufweist.

Die aufgestellten Hypothesen zur Wirkung der ILA wurden allesamt bestätigt:

- Unverzögerlicher Eintritt der Anästhesie (keine Latenzzeit)
- Tiefe Anästhesie von kurzer Dauer (ca. 30 min.)
- Keine Beeinträchtigungen nach Ende der Behandlung durch Taubheit von Lippe, Zunge, Wange, Kiefer
- Reduzierung der Versagerquote bei allen konservierenden und prothetischen Behandlungsmaßnahmen
- Keine iatrogenen Nebenwirkungen der Injektion.

Gerade für zahnärztliche Routinebehandlungen eines einzelnen Zahnes, die unter Anästhesie durchgeführt werden sollen, sollte die intraligamentäre Anästhesie das Mittel der ersten Wahl werden. Für zeitintensivere Eingriffe über 30 Minuten, wie sie eher selten vorkommen, oder Behandlungen mehrerer Zähne, ist weiterhin auf die herkömmlichen Methoden der Leitungsanästhesie oder der Infiltrationsanästhesie zurückzugreifen.

Im Falle von Extraktionen muss der Behandler seinen Patienten sehr gut einschätzen, um die Behandlung unter intraligamentärer Anästhesie durchführen zu können. Gerade um die Angst vor der Extraktion zu reduzieren, kann ein Taubheitsgefühl im Operationsgebiet - wie es bei den herkömmlichen Methoden fast immer auftritt – subjektiv für den Patienten angenehmer sein (Zugal, 2001). Auch die längere Wirkungsdauer ist hinsichtlich der Analgesie hier eher als Vorteil zu werten.

Für alle anderen Indikationen kann die intraligamentäre Anästhesie das Mittel der ersten Wahl bei der Behandlung erwachsener Patienten sein.

Besonders wenn in einer Sitzung in mehreren Quadranten gearbeitet werden soll, ist die intraligamentäre Anästhesie wegen der geringen Menge injizierter Anästhesielösung zu bevorzugen.

Darüber hinaus kann die intraligamentäre Anästhesie auch für diagnostische Zwecke bei unklaren pulpitischen Beschwerden eingesetzt werden.

Die intraligamentäre Anästhesie ist eine wesentliche Bereicherung der Möglichkeiten der lokalen Schmerzausschaltung in der Zahnheilkunde.

3. Einleitung

Die Lokalanästhesie ist eine der wichtigsten Errungenschaften für die zahnärztliche Tätigkeit. Erst durch diese Art der Schmerzausschaltung wurden Behandlungskonzepte möglich, die heute als selbstverständlich vorausgesetzt werden.

Etwas später als der Zahnarzt H. Wells 1844 in den USA als Begründer der Allgemeinanästhesie bekannt wurde, entdeckte C. Koller (1884) auch die lokalanästhetische Wirkung des Cocains. Der amerikanische Chirurg W. S. Halsted führte zeitgleich (1884) die erste Anästhesie am N. mandibularis mit Cocain durch.

Wegen der Toxizität, der hervorgerufenen Gewebeschäden und nicht zuletzt der Suchtgefahr, die von Cocain ausgeht, suchte man chemisch ähnliche Substanzen, die weniger toxisch waren.

So wurde 1905 der Benzoessäureabkömmling Procain entwickelt, das als Novocain bekannt wurde. Synthetisiert wurde diese Substanz vom Münchener Chemiker Alfred Einhorn. Durch Zusatz von Adrenalin als Vasokonstriktor konnten sowohl die Wirkung verlängert, als auch die Maximaldosis erhöht werden.

In den vierziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurde in Schweden eine neue Substanz synthetisiert. Das Lidocain, das chemisch ein Säureanilid darstellt, ist auch heute noch in Gebrauch, während das Procain weitgehend verdrängt wurde.

Seit den fünfziger Jahren suchte man weiter nach besseren Lokalanästhetika. Hauptanforderungen waren schneller Wirkungseintritt, große Anästhesietiefe und geringe Toxizität. Es resultierten die Entwicklungen von Mepivacain (1957) und Articain (1976).

Mit den heute auf dem Markt befindlichen Anästhetika ist ein gezielter Einsatz je nach Indikation möglich, so dass auch bei Risikopatienten eine Schmerzausschaltung stattfinden kann.

Die hierzu verwendeten Anästhetika gehören zu den Arzneimitteln mit der geringsten Rate an Komplikationen und Nebenwirkungen (Wilms, 2000).

Nur wenig später als die Lokalanästhesie selbst, wurde auch die intraligamentäre Anästhesie erprobt. Doch aufgrund des unzureichenden, teilweise mangelhaften Instrumentariums, das mehrere Jahrzehnte zur Verfügung stand, ist diese Anästhesiemethode bis heute nur wenig verbreitet und nicht als Standardmethode der dentalen Schmerzausschaltung genutzt.

Mit neuartigem Instrumentarium – z. B. der Dosieradspritze Soft.Ject der Firma Henke-Sass, Wolf GmbH (Tuttlingen) – sollen die in der Praxis festgestellten und in der Literatur beschriebenen Probleme und ungewünschten Nebenwirkungen vermieden werden.

4. Literaturübersicht

4.1. Die lokale Schmerzausschaltung in der zahnärztlichen Praxis

Generell kommen zur Schmerzausschaltung zwei Anästhesieformen in Betracht: Die zentrale Schmerzausschaltung, die auch als Allgemeinanästhesie bezeichnet wird, und die lokale Schmerzausschaltung (Lokalanästhesie).

Die Lokalanästhesie ist eine der häufigsten und wichtigsten Maßnahmen des Zahnarztes. Sie dient der schmerzlosen konservierenden, prothetischen und chirurgischen Behandlung sowie in seltenen Fällen auch der Schmerztherapie. Die Lokalanästhesie ermöglicht dem Zahnarzt ein ruhiges, ungestörtes und dadurch auch qualitativ niveauvolleres Arbeiten. Gleichzeitig wird der Stressfaktor, dem der Patient ohnehin auf dem Zahnarztstuhl ausgesetzt ist, durch die Schmerzausschaltung reduziert. Zahlreiche aufwendige Behandlungskonzepte der modernen Zahnheilkunde wären ohne Lokalanästhesie nur schwer bzw. gar nicht durchführbar.

In der Zahnheilkunde wird die Lokalanästhesie des N. trigeminus und dessen Verzweigungen gelehrt und durchgeführt. Diese versorgen die Mundhöhle, die Kiefer, die Gesichtsweichteile und das Zahnsystem sensibel. Die Nervleitung kann auf drei verschiedene Weisen unterbrochen werden durch:

- Applikation des Lokalanästhetikums an einem Nervenstamm
(Leitungsanästhesie)
- Injektion an Ort des Eingriffs (Terminal- oder Infiltrationsanästhesie)
- Applikation der Anästhesielösung auf Schleimhaut oder Haut
(Oberflächenanästhesie).

Trotz großer Fortschritte bei der Weiterentwicklung der Anästhetika konnte die Toxizität der Wirkstoffe bisher nicht vollkommen beseitigt werden (Knoll-Köhler, 1988). Deshalb sollten die Behandler berücksichtigen, dass eine toxische Reaktion durchaus zu einer für den Patienten bedrohlichen Situation führen kann.

Trotz einer insgesamt geringen Komplikationsrate ist die Lokalanästhesie auch heute in Einzelfällen noch unberechenbar. Diese Realität darf in der praktischen Tätigkeit nicht unterschätzt werden.

Weitere Probleme bestehen in der Angst der Patienten vor der Injektion (Spritzenphobie), die besonders bei Kindern eine Lokalanästhesie gelegentlich unmöglich machen kann (Einwag, 1982; Kaufman, 1991).

Im folgenden sollen die verschiedenen zahnärztlichen Methoden der Lokalanästhesie kurz beschrieben werden.

4.1.1. Leitungsanästhesie

Die Leitungsanästhesie wird in der Zahnheilkunde hauptsächlich zur Schmerzausschaltung im Bereich einer Unterkieferseite angewendet.

Die Blockade des Nervus alveolaris inferior und des Nervus lingualis erfolgt routinemäßig von intraoral durch eine Injektion in das Spatium pterygomandibulare. Sie führt zur Schmerzunempfindlichkeit im gesamten Ausbreitungsgebiet (Krüger, 1993).

Der Vorteil der Leitungsanästhesie besteht darin, dass in der Regel eine Injektion für umfangreichere Eingriffe in einem Quadranten genügt.

Probleme bei der Leitungsanästhesie bestehen einerseits darin, dass die Anästhesie meist weit länger anhält als es für den Eingriff nötig wäre. So kann es insbesondere bei Kindern zu teils schweren postoperativen Bißverletzungen kommen. Ein weiteres Gefahrenpotential besteht in der Topographie der Injektionsstelle (Spatium pterygomandibulare): hier kann es während des Einspritzens zu ungewollter intravasaler Injektion oder Nervverletzungen kommen.

So stellte Weber (1981) fest, dass bei 11 % der von ihm überprüften Fälle die Aspirationsprobe positiv war. Zusätzlich wird beschrieben, dass es auch bei negativer Aspiration in etwa 20 % der Fälle zu einer unbemerkten intravasalen Injektion kommt (Lipp, 1992).

Auch die Abgabe eines Depots von durchschnittlich 1,8 ml Anästhesielösung kann problematisch sein. Bei einer allergischen Reaktion gegen Bestandteile der Injektionslösung kann diese dem Körper nur noch außerordentlich schwer und auch nur unvollständig wieder entzogen werden (Marshall, 2001).

4.1.2. Infiltrationsanästhesie

Bei der zahnärztlichen Infiltrationsanästhesie wird ein Depot der Anästhesielösung unter die Schleimhaut vor den Knochen injiziert. Das Anästhetikum muss daraufhin durch den Knochen zu den Nervenendverzweigungen diffundieren (Schwenger und Grimm, 1988).

Diese Methode ist zwar technisch nicht sehr anspruchsvoll, hat jedoch auch Nachteile. Wegen der Dicke der Knochenkompakta ist eine Infiltrationsanästhesie im Unterkieferseitenzahnbereich nicht möglich. Im Oberkiefer kann sie schmerzhaft sein (Leteur, 1994).

Da auch bei der Infiltrationsanästhesie ein Depot abgegeben wird, kann es zu oben genannten Problemen einer allergischen Reaktion kommen. In der Literatur wird außerdem das Auftreten einer sogenannten „peripheral facial paralysis (PFP)“ nach Infiltration im Oberkiefer beschrieben. Sie führte zu einer einseitigen Lähmung des Nervus facialis (Bernsen, 1993).

4.1.3. Unerwünschte Wirkungen der Leitungs- und Infiltrationsanästhesie

Sowohl bei der

- Infiltrationsanästhesie, als auch bei der
- Leitungsanästhesie

gibt es unerwünschte Nebenwirkungen:

- Die Rate der Anästhesieversager wird mit ca. 10 bis 26 % angegeben (Heizmann, 1987; Rood, 1988)

- Die Latenzzeit zwischen Injektion und Anästhesieeintritt liegt bei >2,5 min
- Die Einsatzfähigkeit jedes Patienten, also auch des behandelten Soldaten, nach Abschluß der zahnärztlichen Behandlung unter konventioneller Lokalanästhesie ist deutlich eingeschränkt. Bis zur vollständigen Rückkehr normaler Reaktionen muss mit >2,5 Std. gerechnet werden.
- Schwerwiegende Beeinträchtigungen durch Läsion des N. mandibularis oder des N. lingualis mit langanhaltenden Parästhesien oder sogar jahrelang bestehender Parese (Heizmann und Gabka, 1994) sind nicht auszuschließen. Eine Zusammenstellung über die Rechtsprechung bei iatrogenen Nervenläsionen während zahnärztlicher Behandlungen, besonders bei der Lokalanästhesie, wird von Gaisbauer (1997) gegeben.

4.1.4. Oberflächenanästhesie

Die Oberflächenanästhesie beruht auf der lokalen Diffusion der beiden oberflächenanästhetisch wirkenden Substanzen Tetracain und Lidocain durch die Schleimhäute des Mundes und der Nasenhöhle (Schwenzer und Grimm, 1988).

Infolge der geringen Tiefenausdehnung ist die Oberflächenanästhesie in der Regel nicht für eine schmerzfreie zahnärztliche Therapie geeignet, sondern vielmehr um den Einstichschmerz einer nachfolgenden Injektion oder Schmerzen bei der Zahnreinigung zu mildern.

Laut Mayer (1976) beschreiben zwei Drittel der Patienten den Einstich als unangenehm.

Bei der Oberflächenanästhesie ist zu beachten, dass die Menge des applizierten Oberflächenanästhetikums zu der insgesamt verabreichbaren Höchstdosis addiert werden muss. Bei Kindern kann dies leicht zu einer Überschreitung der Grenzdosis führen und Komplikationen hervorrufen (Krüger, 1993).

4.1.5. Intraligamentäre Anästhesie

In der Literatur wird die intraligamentäre Anästhesie als lokale Zahnanästhesie, die durch Injektion eines Anästhetikums in den Parodontalspalt des zu betäubenden Zahnes erreicht wird, beschrieben (Castagnola et al., 1980).

Der Begriff „Intraligamentäre Anästhesie“ beschreibt jedoch lediglich den Ort der Injektion und nicht deren Wirkungsweise.

Für die lege artis durchgeführte intraligamentäre Anästhesie ist ein spezielles Instrumentarium erforderlich, obwohl auch mit handelsüblichen Aspirationsspritzen erfolgreiche intraligamentäre Injektionen in den Desmodontalspalt möglich sind (Bourdin 1925, Malamed, 1982). Erleichtert wird das Erreichen einer intraligamentären Anästhesie durch spezielles Instrumentarium, das im nachfolgenden Kapitel ausführlich beschrieben wird. Auch die spezielle Injektionsmethode wird noch an anderer Stelle erläutert (Kapitel 6.1.2.).

4.1.6. Unerwünschte Effekte bei der intraligamentären Anästhesie

Ein Hauptangriffspunkt der Kritiker der intraligamentären Anästhesie sind die angeblichen Schäden, die durch die Applikation ins Parodont am Zahnhalteapparat entstehen könnten. Hier sprach man von Zerreißen am parodontalen Ligament aufgrund des Injektionsdruckes und Gewebeschädigung durch den ungewollten Transport von Plaque in die tieferen Regionen des Parodonts bei der Injektion. So könne es nachfolgend zur Taschenbildung kommen (Phillips, 1943; Morse, 1974).

In den 80er Jahren wurden hierzu viele histologische Untersuchungen durchgeführt, die trotz der Verwendung von Injektionsapparaten ohne Druckbegrenzungsmechanismus übereinstimmend zu der Erkenntnis führten, dass es nach intraligamentärer Anästhesie zwar zu minimalen, kurzzeitigen entzündlichen Veränderungen, aber zu keinen dauerhaften Schäden am Zahnhalteapparat kommt (Walton und Garnick, 1982; Fuhs et al., 1983; Galili et al., 1984; Müller und Henne, 1985).

Lediglich durch mehrmalige Injektion an der selben Stelle kann es zu Abrissen von Desmodontalfasern vom Knochen kommen (Plagmann und Jagenow, 1984). Auf mögliche Keimschädigung bleibender Zähne weisen Untersuchungen von Brännström et al. (1982 und 1984) hin, welche die intraligamentäre Anästhesie aber abweichend von der klinischen Empfehlung mit einer kurzen Injektionszeit von selten mehr als 10 Sekunden durchgeführt haben. Innerhalb dieser tierexperimentiellen Studien traten Schmelzhypoplasien bzw. -hypomineralisationen auf.

4.2. Die Geschichte der intraligamentären Anästhesie und die bisher verwendeten Instrumente

Eine der ersten Veröffentlichungen über die Möglichkeit der Einzelzahnanalgesie bei Extraktionen durch Injektion von Lokalanästhetika ins Parodontium erschien im Jahre 1925. Es war die Promotionsarbeit von Bourdin (1925):

« L' Anesthésie par l' injection intra-ligamentaire pour l' extraction des dents. »

Er kommt bereits zu folgenden Schlußfolgerungen:

- Die Anästhesie durch intraligamentäre Injektion ist die logischste, da sie die Anästhesieflüssigkeit genau an den Ort des Eingriffs bringt.
- Sie ist weniger toxisch, da nur wenige Tropfen Flüssigkeit für jede Intervention ausreichen.
- Da nur Gewebe infiltriert werden, die im Verlauf der Operation (der Extraktion) zerstört werden, bietet sie keine Ansatzpunkte für Gefahren und Infektionen.
- Sie hat eine raschere und dauerhaftere Wirkung als die bis dato angewandten Anästhesiemethoden.
- Sie ist nur bei älteren Patienten kontraindiziert, die an Hyperkalzifikation leiden, und bei akuter Entzündung der „Articulatio alveolo-dentalis“.

Die ersten intraligamentären Anästhesien werden Dr. Granjean im Jahre 1903 zugeschrieben. Die Technik der intraligamentären Injektion wurde erstmals von

Chompret im Detail beschrieben. Bourdin berichtet darüber und nimmt in seiner Inaugural-Dissertation darauf Bezug.

Wörtlich zitiert er Chompret:

„Folgendermaßen operiere ich: Ich benutze eine Spritze mit einem Zylinder und einem vollkommen dichten Kolben, z. B. wie die Spritze Imperiale oder eine von Thesee, wenn sie gut reguliert sind. Ich nehme eine Kanüle so dünn wie möglich, beispielsweise eine auswechselbare Kanüle mit einer Länge von etwa 1 cm, deren Anschliff kurz und spitz ist, damit einerseits die Spitze nicht verbiegt und andererseits keine zu lange Penetration ins Gewebe erforderlich ist, ohne Verdrängung von Flüssigkeit. Ich führe die Kanüle waagerecht, d. h. senkrecht zur Achse des Zahnes, und drücke sie in den interdentalen Gingivalsaum, oder anders ausgedrückt ins Ligamentum circulare... Dann injiziert man je einen Tropfen Anästhesielösung an der mesialen und distalen Seite des zu extrahierenden Zahnes. Auf diese Weise ist das Ligamentum circulare schnell analgesiert und die Wirkung des Anästhetikums umfaßt sowohl die gingivale als auch die alveoläre Seite.

Nun beginnt die zweite Phase.... Dafür hält man die Spritze fast senkrecht, d. h. sie bildet zur Achse des Zahnes einen Winkel von kaum mehr als 20 Grad. Die Kanüle wird mit der Spitze am Zahnhals angesetzt, entweder mesial oder distal, durch das Ligamentum circulare geführt und allmählich ganz gleichmäßig so weit wie möglich in den Zahnhalteapparat Richtung Apex gedrückt, ohne dabei den Kontakt zum Zahn zu verlieren.

Wenn kein weiterer Vorschub mehr möglich ist, wird die Injektion vorgenommen, die immer nur eine winzige Menge Anästhetikum erfordert....

Auf diese Weise wird erst eine Einspritzung auf der mesialen Seite des Zahnes durchgeführt, gefolgt von einer auf der distalen Seite. Dies reicht vollständig für Schneidezähne, Eckzähne und Prämolaren.

Bei den Molaren erfolgt ebenfalls eine Injektion in das alveoläre Ligament und zwar auf den vestibulären und auf der lingualen Seite. Dabei spielt der Injektionspunkt der Einspritzung keine große Rolle, sofern die Kanüle 2-4 mm in den Zahnhalteapparat (ins Parodontium) eindringen kann.

Mitte der siebziger Jahre erlebte die intraligamentäre Anästhesie erneut einen Aufschwung. Dieser war durch die Entwicklung verschiedener, den anatomischen Gegebenheiten spezieller angepassten Druckspritzensysteme bedingt.

4.2.1. Instrumente für die intraligamentäre Anästhesie

Gegenwärtig sind viele verschiedene Druckspritzensysteme auf dem Markt, die die Fingerkraft in Druckkraft über einen Hebelmechanismus umsetzen. Laut Walton (1981) würden sich auch ganz normale Injektionsspritzen für die intraligamentäre Anästhesie eignen. Leichter ist der Forderung nach „strong backpressure“ jedoch mit Druckspritzensystemen nachzukommen, da sie das Halten der Kanüle in situ besser gewährleisten.

Die Druckspritzensysteme schließen nicht aus, hohe Injektionsdruck-Spitzen aufzubauen, so dass es sogar zum Bruch der Glasampullen kommen kann (Frenkel, 1989; Mazouch, 1990).

Anfang der achtziger Jahre wurde häufig über klinische Erfahrungen mit der intraligamentären Anästhesie berichtet. Zu dieser Zeit arbeitete man jedoch noch entweder mit konventionellen Injektionsspritzen oder mit o. g. Druckspritzen, wie sie später detailliert beschrieben werden (Castagnola et al., 1980; Walton und Abbott, 1981; Einwag, 1982; Faulkner, 1983; Giovannitti und Nique, 1983).

4.2.1.1. Pistolengriff – Systeme

Die Pistolengriff – Systeme leiten ihren Namen von ihrer äußeren Form ab. Sie erinnern in ihrem Aussehen an eine Handfeuerwaffe und werden entsprechend gehalten. Der Injektionsdruck wird durch einen Hebel erreicht, der die Kolbenstange, die im 90 Grad Winkel zum Hebel steht nach vorne drückt. Durch diesen Hebelmechanismus wird die Fingerkraft des Behandlers verstärkt. Als Vertreter dieser Gerätetypen seien der Ligmaject, der Intra-lig und der Peripress genannt.

Andere Systeme versuchen, durch ihre Mechanik die Kraft nur in geeignetem Maße zu erhöhen, indem die Apparatur eine Druckbegrenzung enthält. Hierzu zählt der Ultraject

(Aventis, vormals Hoechst). Durch seinen Druckbegrenzungsmechanismus wird der maximale Injektionsdruck von etwa 400 N auf ca. 100 N reduziert.

4.2.1.2. Federhaltergriff-Systeme mit Dosierhebel

Auch die Federhaltergriff-Systeme erhielten ihre Bezeichnung wegen ihres Aussehens. Sie erinnern an einen Füllfederhalter (Heizmann, 1987).

Die Druckübertragung wird auch hier mit einem Hebelmechanismus erreicht. Da dieser Mechanismus aber nicht wie bei den Pistolengriff-Systemen im 90 Grad Winkel zur Kolbenstange angeordnet ist, sondern parallel verläuft, wirken diese Spritzen graziler und für das Auge des Patienten freundlicher. Der bekannteste Vertreter dieser Gattung ist der Citoject–Injektionsapparat der Firma Heraeus Kulzer (Hanau).

Da beide oben genannten Systeme Hebel zur Kraftverstärkung eingebaut haben, kann der Injektionsdruck nur unzureichend vom Behandler kontrolliert werden. Bei zu viel Kraftaufwand mit dem oder den Fingern können sogar die Glaskarpulen zum Platzen gebracht werden (Frenkel, 1989; Mazouch, 1990). So ist es leicht einzusehen, dass auch hier die Gefahr der Auslösung eines übermäßigen Druckes im parodontalen Gewebe besteht.

4.2.1.3. Kanülen

Für die intraligamentäre Anästhesie werden kurze 30-gauge- (= 0,3 mm) Kanülen favorisiert. Auch Castagnola et al. (1980) halten diese dünnen Injektionsnadeln für die einzige Möglichkeit, in den Parodontalspalt einzudringen.

Sowohl Walton und Abbott (1981), als auch Malamed (1982) und Smith und Walton (1983) dagegen benutzten bevorzugt normale 27- und 25-gauge- (= 0,4 mm und 0,5 mm) Kanülen.

Um druckbedingte Schäden am Parodont zu vermindern empfahlen Oehmke et al. (1997) doppelläufige Injektionsnadeln, die den Injektionsdruck halbieren können. Diese Kanülen stehen bisher aber nicht für die Praxis zur Verfügung.

Seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts werden für intraligamentäre Injektionen Hohnadeln mit einem Durchmesser von 0,3 mm (30-gauge) und geringer Länge (12 – 16 mm) angewandt (Husson et al., 1985, Heizmann und Gabka, 1994). Heizmann und Gabka präzisieren, dass die Kanülenspitze einen kurzen Anschliff haben muss, damit sie im Kontakt mit dem Zahn nicht abknickt und den Widerstand vergrößert.

4.2.2. Wirkungsweise

Die klassischen Anästhesiemethoden der Leitungs- und Infiltrationsanästhesie basieren auf der Grundlage, in der Nähe des Nervenstammes beziehungsweise seiner terminalen Endaufzweigungen ein Depot der Anästhesielösung abzugeben.

Durch Diffusion gelangt das Lokalanästhetikum von der Abgabestelle zum Nervstamm beziehungsweise zu den terminalen Endaufzweigungen. Bei der Infiltrationsanästhesie geschieht dies durch den spongiösen Alveolarknochen hindurch.

Um eine gezielte Anästhesie durchführen zu können, muss der Behandler sowohl den Ausbreitungsmechanismus, als auch über die Beziehung zwischen Wirkort und Zielorgan, wo schließlich die Anästhesie bestehen soll, kennen.

Bei der intraligamentären Anästhesie bestand - im Gegensatz zu den herkömmlichen Anästhesiemethoden - keine Klarheit über den genauen Verteilungsmodus im Gewebe. Dementsprechend wurde behauptet, dass auch die Wirkungsweise nicht genau voraussagbar sei (Erlemeier, 1991).

Nachdem die anfängliche Annahme, die Anästhesielösung verteile sich entlang des Desmodontalspalts, durch Tusche-Injektionsversuche (Walton, 1981; Plagmann, 1984) widerlegt wurde, erkannte man durch zahlreiche Tierversuche die verschiedenen Möglichkeiten einer Ausbreitung. Schließlich können heute drei mögliche Verteilungsmodi unterschieden werden:

4.2.2.1. Vaskuläre Verteilung

Entscheidend für die Aufrechterhaltung der Theorie der vaskulären Verteilung ist die Tatsache, dass das zahnumgebende Gewebe stark durchblutet ist und viele Gefäßanastomosen besitzt.

Durch den relativ hohen Injektionsdruck, der bei der intraligamentären Anästhesie ausgeübt wird, gelangt das Anästhetikum über die Lamina cribriformis an der Innenseite des Alveolarknochens in die flüssigkeitsgefüllten Hohlräume desselben. Von dort aus wird das Anästhetikum weiter in die Gefäße gedrückt und gelangt schließlich über die zahlreichen Anastomosen in die arterielle Versorgung des betroffenen Zahnes. Im pulpanahen Bereich kann das Anästhetikum letztendlich in unmittelbarer Nähe des zur Pulpa ziehenden Nerven seine Wirkung entfalten (Castagnola et al., 1980; Müller, 1990; Erlemeier, 1991). Die Reizweiterleitung ist auch „intrapulpal“ unterbrochen.

4.2.2.2. Medulläre Verteilung

Nach einer Studie an Wistarratten kommen Müller und Henne (1990) zu der Annahme, dass das Anästhetikum primär in die medullären Räume des dem Periodont angrenzenden Knochens gelangt und unter Druck stehend über die im Knochen bekannten Fenestrationsen des arteriellen Gefäßsystems in die Blutbahn einbricht. Dabei spielt auch bei der medullären Verteilung – wie bei der vaskulären Verteilung – der Injektionsdruck eine entscheidende Rolle. Das Anästhetikum gelangt in die Knochenmarksräume und verteilt sich wiederum wegen des Druckes entlang der Hohlräume, in denen sich die blutführenden Gefäße befinden, in den apikalen Bereich des zu anästhesierenden Zahnes. Dort kann das Anästhetikum die Reizweiterleitung im Bereich des Nervenaustrittspunktes an der Wurzelspitze des Zahnes unterbrechen (Smith und Walton 1983; Smith und Pashley, 1983; Müller und Henne, 1990; Tagger et al., 1994).

4.2.2.3. Kombination von vaskulärer und medullärer Verteilung

Eine Kombination der oben genannten Theorien ist denkbar und erscheint durchaus wahrscheinlich. Demnach breitet sich das Anästhetikum zunächst vom Desmodontalspalt in den Knochenmarkraum aus. Daraufhin erfolgt eine Verteilung sowohl über Knochenkanälchen als auch über das Blutgefäßsystem zum Wirkort, der sich intrapulpal befindet. (Smith und Walton, 1983; Walton und Garnick, 1982; Plagmann und Jagenow, 1984; Garfunkel et al., 1983). Diese Autoren kommen übereinstimmend zu der Feststellung, dass bei der intraligamentären Anästhesie eine Ausbreitung des Anästhetikums über einen intraossären Weg erfolgt.

4.2.2.4. Fazit

Trotz der Differenzen der Aussagen der verschiedenen Autoren bezüglich des Verteilungsmodus ist die Wirksamkeit der intraligamentären Anästhesie heute unumstritten. Zahlreiche aktuelle Studien bestätigen dies (Glockmann et al., 1998; Zugal, 2001; Marshall, 2001).

Unzweifelhaft ist die Tatsache, dass für die Wirksamkeit der intraligamentären Anästhesie ein gewisser Injektionsdruck notwendig ist. Dieser Druck darf aber nicht so hoch sein, dass das Desmodontalgewebe geschädigt wird. Er sollte lediglich so bemessen sein, dass der natürliche Widerstand des Desmodontalgewebes überwunden werden kann.

Um eine Diffusion der Anästhesielösung in das den Zahn umgebende Gewebe bis zum Apex zu erreichen, muss dieser Druck während der gesamten Dauer der Injektion aufrechterhalten werden (Zugal, 2001). Dieser Druck darf durch zu schnelle Injektion nicht unangemessen erhöht werden, damit kein Flüssigkeitsvolumen in einen Raum gepumpt wird, der bereits vollständig ausgefüllt ist, ohne dass es vom umgebenden Gewebe resorbiert werden kann (Huber et al., 1988).

Eine Dehnung des Alveolarfaches oder die Verlagerung des parodontalen Flüssigkeitspolsters – nach Art eines dynamischen Druckausgleichs – kann die Ursache für reversiblen Druckschmerz nach Abklingen der Analgesie sein (Huber et al., 1988).

In einer Studie von Tobien und Schulz (2000), bei der der Injektionsdruck in Abhängigkeit von der Injektionszeit am Schweinekiefer gemessen wurde, wird deutlich, wie wichtig auch der Zeitfaktor für die Durchführung einer erfolgreichen intraligamentären Anästhesie ist.

Hierbei wurden je 0,2 ml innerhalb 10s, innerhalb 15s, innerhalb 20s und innerhalb 25s injiziert und der durchschnittliche Injektionsdruck ermittelt. Er betrug bei der Injektion innerhalb von 10s 0,1375 MPa und bei einer Injektion innerhalb von 25s nur noch 0,08775 MPa. In älteren Publikationen werden noch Drücke in bar oder N (Newton) angegeben (Leilich et al., 1985, Rahn et al., 1987), die aber keinen Zusammenhang zwischen Injektionsdruck und Fläche herstellen.

Betrachtet man die Theorien bezüglich des Ausbreitungsmechanismus des Anästhetikums bei der intraligamentären Anästhesie, werden letztendlich folgende Grundsätze für eine erfolgreiche intraligamentäre Anästhesie klar:

- Eine intraligamentäre Anästhesie kann nur dann erfolgreich sein, wenn bei der Injektion ein deutlicher Gegendruck für den Behandler spürbar ist. Ist kein Gegendruck wahrzunehmen, kann davon ausgegangen werden, dass das Anästhetikum nicht in die Knochenmarkräume des Alveolarknochens gedrückt wird, sondern in andere Bereiche (z. B. direkt aus dem Sulcus in die Mundhöhle des Patienten), so dass es zu keiner Reizweiterleitungsunterbrechung am Nerven kommen kann.

Dabei werden die Vorteile des Soft.Ject-Systems gegenüber anderen Spritzensystemen für die intraligamentäre Anästhesie deutlich, da ein direktes Feedback für den Behandler möglich ist, weil die Druckübertragung ohne zwischengelagerte Hebel stattfindet.

- Für die Injektion ist ein gewisser Zeitaufwand nötig, da nur durch die Aufrechterhaltung des Injektionsdrucks das Lokalanästhetikum an den Wirkort gelangen kann.
Die schnelle Abgabe eines Depots macht folglich keinen Sinn, da die Diffusion in die Gewebe zeitabhängig erfolgt.

Trotzdem tritt die Wirkung der Anästhesie nahezu unverzüglich ein (Giovannitti und Nique, 1983; Litta und Nizzia, 1984; Gray et al., 1987; Heizmann und Gabka, 1994; Zugal, 2001) und im direkten Vergleich sogar schneller als bei der Leitungs- oder Infiltrationsanästhesie, obgleich der Zeitaufwand für die intraligamentäre Injektion selbst für den Behandler höher ist.

4.3. Einsatzmöglichkeiten der intraligamentären Anästhesie

Die intraligamentäre Anästhesie ist als Anästhesiemethode für den Einzelzahn für ein großes zahnmedizinisches Behandlungsspektrum anwendbar.

Sie wurde bereits von vielen Autoren als primäre oder Basisvariante für die zahnärztliche Lokalanästhesie beschrieben (Walton, 1990; Heizmann und Gabka, 1994; Kimmel, 1994; Frenkel, 1997; Glockmann et al., 1997 und 1998; Müller und Piesold, 1998; Zugal, 2001; Brandau, 2001).

Folgende Indikationen können mittels intraligamentärer Anästhesie schmerzfrei behandelt werden:

- Restaurative Maßnahmen an einzelnen Zähnen, Kavitäten- und Kronenpräparationen (Glockmann et al., 1998)
- Endodontische Behandlungen (Smith et al., 1983; Walton und Torabinejad, 1992; Husson et al., 1985)
- Differenzialdiagnose unklarer pulpitischer Beschwerden (Simon et al., 1982; Kaufman et al., 1983; Cowan, 1986; Plagmann, 1987)
- Einzelzahnextraktionen im Dauergebiß (Castagnola et al. 1980; Einwag, 1982; Müller und Piesold, 1998)
- Lokalisierte PAR-Eingriffe (Brandau, 1994)
- Behandlung von Patienten mit hämorrhagischer Diathese und auch Antikoagulantienmedikation (Malamed, 1990; Stoll und Bührmann, 1983; Garfunkel et al., 1985; Ah Pin, 1987)
- Behandlung von Risikopatienten nach Herzinfarkten, kardialen Bypassen u.a. Leiden, sowie kreislaulabiler Patienten

- Komplettierung partieller Anästhesieversager bei der Leitungsanästhesie (Erlemeier, 1991; Cohen et al., 1993; Staehle et al., 1996; Müller und Piesold, 1998)
- Vorbeugung postoperativer Verletzungen, z. B. bei Kindern und Behinderten (Grundy, 1984; Davidson und Craig, 1987)
- Nachinjektion unter Kofferdam (Walton und Abbot, 1981)

4.3.1. Kontraindikationen für die intraligamentäre Anästhesie

Besondere Vorsicht gilt bei endokarditisgefährdeten Patienten und solchen mit Herzklappenprothesen, da bei der intraligamentären Anästhesie das Risiko einer Bakteriämie hoch ist (Rahn et al., 1987 / 1988). In diesen Fällen kann eine Absiedlung von Bakterien aus dem Blut zu ernsthaften Komplikationen für den Patienten führen. Insbesondere sind invasive Eingriffe unter Antibiotikenschutz vorzunehmen. Diese Vorsichtsmaßnahme ist jedoch nicht nur bei einer intraligamentären Anästhesie, sondern auch bei anderen Manipulationen am Zahnfleischsulcus, z. B. Zahnsteinentfernungen, einzuhalten (Frenkel, 1990; Aderhold und Leilich in Frenkel, 1997; Knirsch et al. 1999).

Roberts et al. (1997) beschreiben zum Beispiel eine Bakteriämierate von 40 % nach der Zahnsteinentfernung.

Zur Senkung der Keimzahl sollte grundsätzlich vor jeder intraligamentären Anästhesie die Einstichstelle desinfiziert werden (Harnisch, 1981; Evers und Haegerstam, 1991).

5. Ziele der Arbeit

5.1. Fragestellungen

Bei Maßnahmen der zahnärztlichen Versorgung erfolgt häufig Schmerzausschaltung durch eine Lokalanästhesie, i. d. R. Infiltrations- oder Terminalanästhesie im Oberkiefer und Bereich der Frontzähne des Unterkiefers bzw. Leitungsanästhesie im Seitenzahnbereich des Unterkiefers.

Eine Einzelzahnanästhesie (intraligamentäre Anästhesie) wird seltener angewandt und kommt bisher bei der Bundeswehr noch nicht zur Anwendung. Diese Methode ist seit Anfang des 20. Jahrhunderts bekannt (Bourdin, 1925) und inzwischen umfassend dokumentiert.

Zur Verfügung stehende Injektionsapparate waren bisher u. a.:

- Ligmaject u. ä.
- Citoject u. ä.
- Ultraject

Seit Mitte 1997 steht für intraligamentäre Injektionen ein neues Instrumentarium zur Verfügung, das – zeitabhängig – Injektionen mit einem sehr geringen Druck unter 0,10 MPa ermöglicht (Tobien und Schulz, 2000).

Die injizierte Menge Anästhetikum – i. d. R. 0,2 ml pro Zahnwurzel – kann vom Behandler unter kontrollierten Bedingungen in > 20 Sekunden injiziert werden, so dass allein der Behandler über den Injektionsdruck entscheidet.

Damit steht ein Spritzensystem zur Verfügung, das eine intraligamentäre Anästhesie weitgehend ohne Nebenwirkungen (Empfinden von Vorkontakten, Elongationsgefühl, Druckschmerz nach Abklingen der Anästhesie) ermöglicht (Zugal, 2001).

Bisher liegt nur eine Vergleichsstudie der drei Methoden

- Infiltrationsanästhesie
- Leitungsanästhesie
- Intraligamentäre Anästhesie

bei **Zahnextraktionen** vor (Heizmann, 1987). Diese Studie zeigt Vorteile der intraligamentären Anästhesie gegenüber den anderen verglichenen Methoden.

Durch diese Vergleichsuntersuchung sollte geprüft werden, ob die intraligamentäre Anästhesie mit dem Soft.Ject auch bei Maßnahmen der Zahnerhaltung Vorteile für die zahnmedizinische Versorgung speziell auch von Soldaten der Bundeswehr gegenüber den üblichen Anästhesieformen hat.

5.2. Hypothesen

Der neu entwickelte Injektionsapparat Soft.Ject ermöglicht es, den Injektionsdruck durch den Behandler zu kontrollieren, so dass iatrogene Nebenwirkungen, wie sie oben beschrieben wurden, weitgehend ausgeschlossen werden können.

Die Vorteile könnten für die Behandlung von Bundeswehrsoldaten genutzt werden:

- Unverzögerlicher Eintritt der Anästhesie (nahezu keine Latenzzeit)
- Tiefe Anästhesie von kurzer Dauer (ca. 30 min.)
- Keine Beeinträchtigungen nach Ende der Behandlung durch Taubheit von Lippe, Zunge, Wange, Kiefer
- Reduzierung der Versagerquote

5.3. Studienziel

Ziel der Vergleichsuntersuchung ist es, eine klinisch relevante Aussage zu treffen, ob die intraligamentäre Anästhesie mindestens den derzeit angewandten konventionellen Methoden der zahnärztlichen Lokalanästhesie:

- Anästhesie des N. alveolaris inferior
- Infiltrationsanästhesie

ebenbürtig ist, zusätzlich jedoch für den Patienten – und damit für die Einsatzfähigkeit auch der Soldaten der Bundeswehr – Vorteile beinhaltet.

Zu klären war durch eine repräsentative Studie, ob die in der Literatur beschriebenen, gelegentlich auftretenden ungewünschten Effekte der intraligamentären Anästhesie

- Druckschmerz, Elongationsgefühl, Vorkontakte nach Abklingen der Anästhesie (Einwag, 1985)
- Wundheilungsstörungen (Dolor post extractionem) nach Extraktionen (Heizmann, 1987)

methodenimmanent oder iatrogen sind.

Zur Sicherung der Ergebnisse war ein Methodenvergleich zwischen

- Infiltrationsanästhesie
- Leitungsanästhesie
- Intraligamentäre Anästhesie

unter den bei der Behandlung von Bundeswehrsoldaten üblichen Bedingungen angezeigt.

6. Material und Methode

6.1. Injektionsapparat für die intraligamentäre Anästhesie

6.1.1. Technischer Aufbau

Der Soft.Ject Injektionsapparat ist ein Präzisionsinstrument aus rostfreiem Edelstahl.

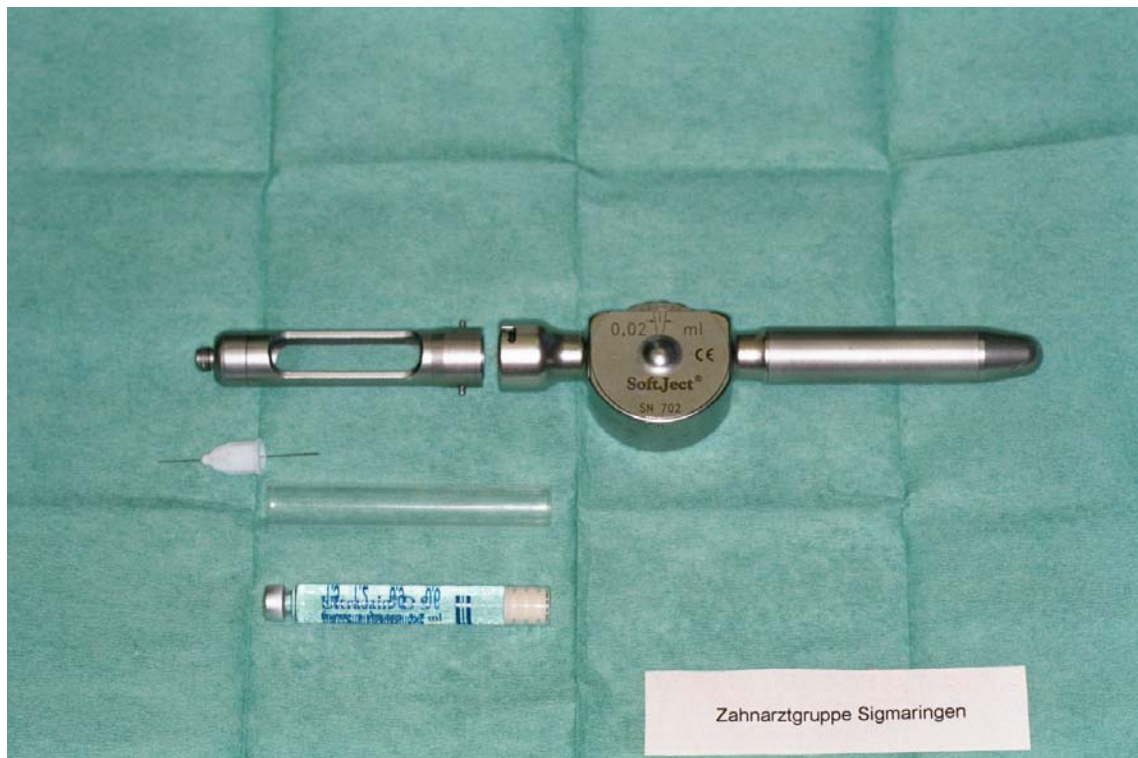


Abb. 1: Die Soft.Ject – Spritze.

Die Soft.Ject-Spritze besteht aus einem Kopfteil mit Carpulensichtfenster, Berstschutz und Kanülenschraubansatz sowie einem Handstück mit Dosierrad und Zahnstange für stufenlose Druckübertragung. Die beiden Teile werden durch einen Bajonettverschluss verbunden (Abb. 1).

Neuartig an der Soft.Ject-Spritze ist, dass keinerlei Hebel, dafür aber ein Dosierrad zur Druckübertragung eingebaut sind. So kann der Injektionsdruck individuell vom Behandler besser gesteuert werden. Iatrogene Verletzungen des Zahnhalteapparates durch zu hohen Injektionsdruck, wie sie in der Literatur für die intraligamentäre

Anästhesie beschrieben werden (Schwenzer und Grimm, 1988; Phillips, 1943; Morse, 1974), können so vermieden werden.

Auch die Kanülen, die speziell für den Soft.Ject hergestellt werden, sind neuartig. Sie messen 0,3mm x 13mm und weisen einen extrakurzen Anschliff auf. Durch diesen Anschliff wird vermieden, dass die Kanülenspitze beim Knochen- bzw. Zahnkontakt während des Injektionsvorganges verbogen wird und somit für weitere Injektionen beim selben Patienten in der gleichen Sitzung unbrauchbar wäre.

6.1.2. Injektion mit dem Soft.Ject

Zur Durchführung einer intraligamentären Anästhesie wurde im Rahmen dieser Arbeit folgendermaßen vorgegangen:

Zur Herstellung der Injektionsbereitschaft muss die vorher sterilisierte Soft.Ject-Spritze am Bajonettverschluss auseinandergenommen werden. Die Zahnstange muss mittels des Dosierrades vollständig in das Handstück zurückgedreht werden. Daraufhin kann eine handelsübliche Zylinderampulle mit Lochstopfen in das Kopfteil eingeführt werden. Handstück und Kopfteil werden danach miteinander verbunden. Vor dem Aufschrauben der Kanüle sollte die Zahnstange bis zum ersten spürbaren Widerstand am Dosierrad vorgeschoben werden. Nach dem Aufschrauben der Spezialkanüle ist die Injektionsbereitschaft hergestellt.

Um die Injektion zu erleichtern, hat es sich als hilfreich erwiesen, die Kanüle leicht zu angulieren. Dabei ist darauf zu achten, dass die Angulation nicht so stark durchgeführt wird, dass die Nadel am Ansatz bricht. Dies hätte zur Folge, dass die Injektionslösung zumindest teilweise am Kanülenansatz austräte.

Unter Kontakt mit dem zu anästhesierenden Zahn wird die Kanüle langsam in einem vertikalen Winkel von etwa 30 Grad in den Sulcus eingeführt (Abb. 2).

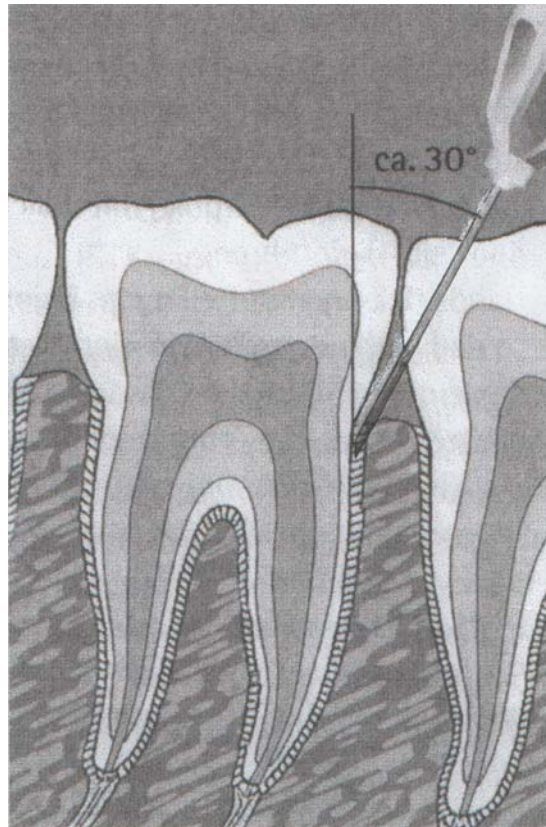


Abb.2: Durchführung der intraligamentären Anästhesie. Kanüle und Zahnachse bilden einen Winkel von ca. 30 Grad.

Entscheidend für eine erfolgreiche Anästhesie ist der sichere Sitz der Kanüle im Sulcus. Sie ist dann sicher platziert, wenn im Parodontalspalt ein leichter Widerstand spürbar wird und ein relativ hoher Druck notwendig ist, um das Dosierrad drehen zu können. Sollten diese Voraussetzungen nicht gegeben sein, muss ein anderer, geeigneterer Injektionspunkt gesucht werden (Abb. 3 und 4).

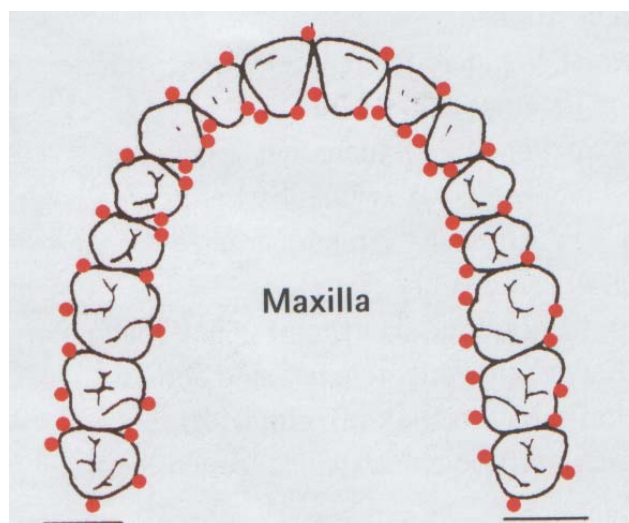


Abb. 3: Injektionspunkte für die intraligamentäre Anästhesie im Oberkiefer (nach Heizmann und Gabka, 1994).

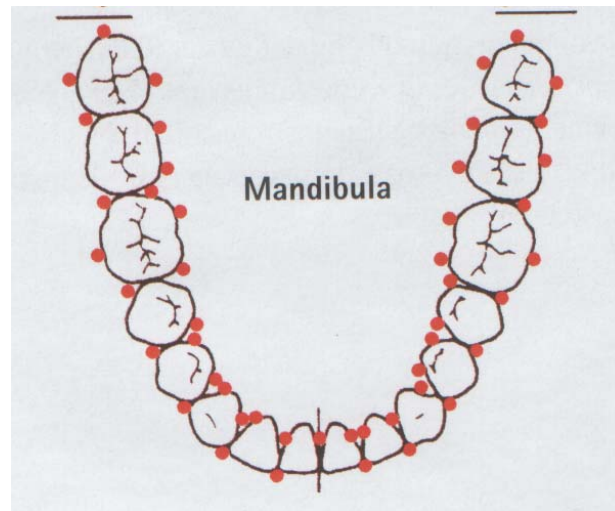


Abb. 4: Injektionspunkte für die intraligamentäre Anästhesie im Unterkiefer (nach Heizmann und Gabka, 1994).

Die Erfahrungen mit der intraligamentären Anästhesie haben gezeigt, dass die kritische Wahl eines geeigneten Injektionspunktes eine Voraussetzung für den Anästhesieerfolg ist. Die Injektion des Anästhetikums muss langsam erfolgen. So sollte sich der Behandler für ein Injektionsvolumen von ca. 0,2ml, das für die Anästhesie einer Zahnwurzel notwendig ist, mindestens 20 Sekunden Zeit lassen. Für eine vollständige Anästhesie eines dreiwurzeligen Zahnes werden somit eine Injektionszeit von mindestens einer Minute und eine Anästhesielösungsmenge von etwa 0,6ml benötigt.

Generell kann gesagt werden, dass bei der 2. und 3. Wurzel die Injektionszeit in der Tendenz länger als 20 Sekunden sein muss, um ungewünschten Effekten, z. B. Elongationsgefühl oder Druckschmerz nach Abklingen der Analgesie, vorzubeugen (Huber et al., 1988; Zugal, 2001).

Bei der Injektion kann das Dosierrad je nach Lage des Patienten und Vorliebe des Behandlers entweder mit dem Daumen oder mit dem Zeigefinger betätigt werden (Abb. 5 und 6).



Abb. 5: Handhaltung des Soft.Ject bei der Injektion mit dem Daumen.



Abb. 6: Handhaltung des Soft.Ject bei der Injektion mit dem Zeigefinger.



Abb. 7: Soft.Ject im klinischen Einsatz bei der Anästhesie der mesialen Wurzel von Zahn 46.

6.2. Anästhetikum

Als Anästhetikum wird das seit mehr als 20 Jahren bewährte Articain (4 %) mit Adrenalin 1:200 000 (Ultracain D-S / Fa. Hoechst, Frankfurt) eingesetzt. Da bei intraligamentären Anästhesien der Anästhesieerfolg bei Verwendung von Anästhetika mit Vasokonstriktor signifikant höher ist (Gray et al. 1987) als bei Anästhetika ohne Vasokonstriktor, wurde die Adrenalin enthaltende Anästhetikallösung angewandt.

Die Komplettierung der Anästhesie des N. alveolaris inferior durch intraligamentäre Injektionen wird bereits von Malamed (1982) empfohlen. Giovannitti und Nique (1983) kommen in ihrem Status-Bericht wie andere Autoren zu der Empfehlung, die intraligamentäre Anästhesie zur Komplettierung zu verwenden, wenn die konventionelle Leitungsanästhesie eine nur unzureichende Pulpa-Anästhesie gebracht hat. (Malamed, 1982; Smith et al., 1983).

Die Menge injizierten Anästhetikums beträgt im Normalfall 0,2 ml pro Wurzel des zu anästhesierenden Zahnes, d. h. max. 0,6 ml (bei einem 3-wurzeligen Zahn). Die verwendete Menge Anästhetikum wird dadurch im Vergleich zu den üblichen Anästhesieformen deutlich reduziert.

6.3. Methodenvergleich

Zum Vergleich kamen

- Handelsübliche Aspirationsspritzen „Aspira – plus“ der Firma Aesculap (Tuttlingen) für Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie
- Handelsübliche Injektionsnadeln für Leitungs- und Infiltrationsanästhesie
- Soft.Ject-Spritzen und systemadaptierte Kanülen
- Anästhetikum Articain (4 %) mit Adrenalin 1:200 000 (Ultracain D-S)

Als **Indikationen** der Lokalanästhesie für den Methodenvergleich wurden definiert:

- Restaurative Maßnahmen an einzelnen Zähnen, Kavitäten- und Kronenpräparationen
- Endodontische Behandlungen
- Einzelzahnextraktionen im permanenten Gebiss
- Differentialdiagnose unklarer pulpitischer Beschwerden
- Komplettierung partieller Anästhesieversager bei Leitungsanästhesien
- Lokalisierte PAR-Eingriffe, z. B. Exzisionen kleineren Umfangs und andere kleine chirurgische Maßnahmen (z. B. Spaltung eines submucösen Abszesses).

Für die Vergleichsuntersuchungen wurden pro Methode mindestens 200

Lokalanästhesien vorgesehen.

Die Anästhesien, die mit dem Soft.Ject durchgeführt wurden, wurden erst nach einer Einarbeitungszeit mit dem System (mindestens 20 erfolgreiche Anästhesien mit dem Soft.Ject) dokumentiert.

6.4. Studienparameter

Die Studie wurde als Vergleichsstudie durchgeführt. Verglichen wurden die drei Anästhesiemethoden Leitungsanästhesie am N. mandibularis, Infiltrationsanästhesie und intraligamentäre Anästhesie.

Dabei kam innerhalb der Gruppen der jeweiligen Methode stets das gleiche Instrumentarium zum Einsatz.

Der / die zu behandelnde(n) Zahn / Zähne und der Tag der Behandlung wurden registriert.

Zusätzlich wurden die Operationszeit, die für den jeweiligen Eingriff nötig war, die Injektionsmenge und eine etwa nötige Nachinjektion dokumentiert. Falls eine Nachinjektion vonnöten war, wurden zusätzlich dazu die angewandte Methode, die nachinjizierte Menge und die Gesamtinjektionsmenge des Anästhetikums schriftlich niedergelegt.

Außerdem mussten die Patienten noch folgende Fragen beantworten:

- Schmerzte die Injektion?
- Wie lange dauerte es, bis nach der Injektion die Anästhesie eintrat?
- War die Anästhesie umfassend?
- Welche Beeinträchtigungen, wie z. B. Taubheitsgefühl, Herz- / Kreislaufbelastung, Übelkeit, Schweißausbruch o.ä. hatten Sie im Verlauf der Anästhesie?
- Wie lange wirkte die Anästhesie?

Da diese Fragen vom Patienten selbst beantwortet wurden, sind die Antworten nicht vollständig objektivierbar und spiegeln individuelle, persönliche Einschätzungen wider.

6.5. Patientengut

Behandelt wurden ausschließlich Soldaten der Bundeswehr. Den Hauptteil von diesen wiederum machten Wehrpflichtige und junge Zeitsoldaten aus. Dies ist eine Erklärung dafür, dass weder, wie ursprünglich beabsichtigt, Risikopatienten, noch Kinder oder Behinderte in der Studie dokumentiert werden konnten.

Das Durchschnittsalter der behandelten Patienten betrug 24,6 Jahre (Abb. 8).

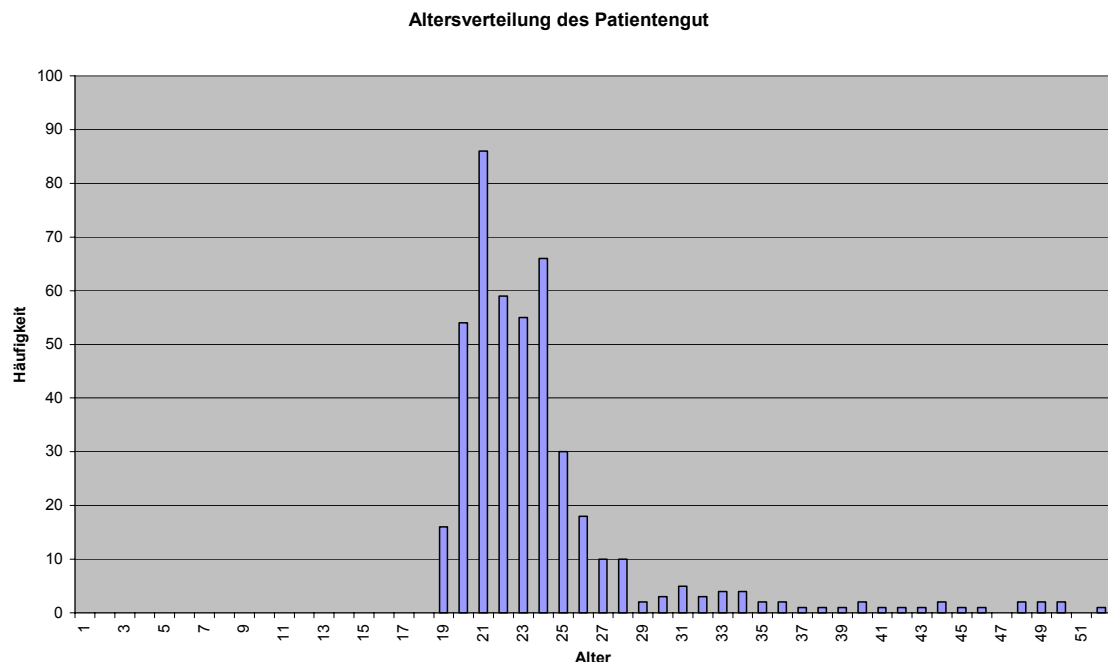


Abb. 8: Altersverteilung des Patientengut

6.6. Signifikanztests

Mit Hilfe von Signifikanztests wurden sowohl die Zeitdifferenz der eingeschränkten Einsatzfähigkeit der behandelten Soldaten in der Truppe, als auch die Unterschiede bezüglich des Anästhesieerfolges der drei untersuchten Methoden berechnet.

In diesem Zusammenhang wurden der Kruskal – Wallis – Test, der Mann – Whitney – Test und der Chi – Quadrat – Test verwendet.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen finden sich im Kapitel 7.3..

7. Ergebnisse

7.1. Statistische Auswertung

ILA: Es wurden **202** Zähne bei **137** Patienten in **174** Sitzungen anästhesiert.

(Die Zahl der Sitzungen unterscheidet sich von der Anzahl der behandelten Zähne, da in derselben Sitzung oft mehrere Zähne behandelt wurden)

Tabelle 1: Auswertung der Ergebnisse der intraligamentären Anästhesie.

ILA = intraligamentäre Anästhesie; LA = Leitungsanästhesie; IA = Infiltrationsanästhesie; HK-Belastung = Herz-Kreislauf-Belastung

Behandelte Zähne	1 8	1 7	1 6	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	2 1	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	2 7	2 8				
	0	5	6	9	7	3	5	11	1	4	0	3	8	4	6	1				
	4 8	4 7	4 6	4 5	4 4	4 3	4 2	4 1	3 1	3 2	3 3	3 4	3 5	3 6	3 7	3 8				
	1	22	15	27	7	0	3	0	0	2	2	5	17	13	15	1				
Indikationen	Restaurative Maßnahmen				Endodontische Maßnahmen				Extraktionen				Sonstige							
	184 Fälle				9 Fälle				3 Fälle				6 Fälle							
	91,1 %				4,4 %				1,5 %				3,0 %							
Patienten-kategorie	Normalpatienten				Risikopat. H/K				Kinder				Behinderte							
	174				0				0				0							
	100,0 %				0 %				0 %				0 %							
Operationszeit einschl. Latenzzeit	Bis 10 Minuten				10 – 20 Minuten				20 – 30 Minuten				> 30 Minuten							
	5 Fälle				123 Fälle				74 Fälle				0 Fälle							
Injektions-schmerzen	Ja								Nein											
	13 Fälle, davon 8 nur 1. Einstich								189 Fälle											
	6,4 %								93,6 %											
Injektions-latenzzeit	Praktisch keine				mehr als 30 Sekunden															
	200 Fälle				2 Fälle															
	99 %				1 %															
Injektionsmenge initial	0,2 ml				0,4 ml				0,6 ml				> 0,8 ml							
	63 Fälle				65 Fälle				70 Fälle				4 Fälle							
Nachinjektion erforderlich	Nein				Ja				Methode				Menge							
									ILA				11							
	187 Fälle				15 Fälle				Leitung				2							
									Infiltration				2							
Anästhesie umfassend	Ja – initial				Ja – mit Nach-injektion ILA				ILA gesamt				Ja – mit Nachinjektion LA / Infiltration				Nein (Versager)			
	187 Fälle				11 Fälle				198 Fälle				LA: 2		IA: 2		0 Fälle			
	92,6 %				5,4 %				98,0 %				1 %		1 %		0 %			
Dauer der Anästhesie	20 – 30 Minuten				ca. 30 Minuten				30 – 40 Minuten				180 Min. (= LA / IA)							
	28 Fälle				165 Fälle				5 Fälle				4 Fälle							
	13,8 %				81,7 %				2,5 %				2 %							
Genannte Beeinträchtigt.	Taubheitsgefühl				HK-Belastung				Allgemeine Beeinträcht.											
	6 Fälle				0 Fälle				0 Fälle				Fälle							
	3 %				0 %				0 %				%							

Leitungsanästhesie:

Es wurden **316** Zähne bei **149** Patienten in **202** Sitzungen anästhesiert.

(Die Zahl der Sitzungen unterscheidet sich von der Anzahl der behandelten Zähne, da in derselben Sitzung oft mehrere Zähne behandelt wurden)

Tabelle 2: Auswertung der Ergebnisse der Leitungsanästhesie

ILA = intraligamentäre Anästhesie; LA = Leitungsanästhesie; IA = Infiltrationsanästhesie; HK-Belastung = Herz-Kreislauf-Belastung

Behandelte Zähne	1 8	1 7	1 6	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	2 1	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	2 7	2 8	
	4 8	4 7	4 6	4 5	4 4	4 3	4 2	4 1	3 1	3 2	3 3	3 4	3 5	3 6	3 7	3 8	
	22	44	56	33	5	3	3	5	3	2	3	3	18	51	46	19	
Indikationen	Restaurative Maßnahmen				Endodont. Maßnahmen				Extraktionen und Osteotomie				PAR Allg. Chir.			7 3	
	129 Fälle				15 Fälle				48 Fälle				10 Fälle				
	63,9 %				7,4 %				23,8 %				4,9 %				
Patienten-kategorie	Normalpatienten				Risikopat. H/K				Kinder				Behinderte				
	202				0				0				0				
	100 %				0 %				0 %				0 %				
Operationszeit einschl. Latenzzeit	Bis 10 Minuten				10 – 20 Minuten				20 – 30 Minuten				> 30 Minuten				
	25 Fälle				73 Fälle				63 Fälle				41 Fälle				
Injektions-schmerzen	Ja								Nein								
	42 Fälle								160 Fälle								
	20,8 %								79,2 %								
Injektions-latenzzeit	2 - 3 Minuten				3 - 4 Minuten				4 – 5 Minuten				über 5 Minuten				
	42 Fälle				67 Fälle				64 Fälle				19 Fälle				
	20,8 %				33,1 %				31,7 %				9,4 %				
Injektionsmenge initial	1,7 ml																
	202 Fälle																
Nachinjektion erforderlich	Nein				Ja				Methode				Menge				
									ILA				23				
	171 Fälle				31 Fälle				Leitung				8				
									Infiltration				0			1,84 ml	
Anästhesie umfassend	Ja – initial			Ja – mit Nach-injektion ILA			=		Ja – mit Nachinjektion LA / Infiltration			Restschmerz (akzeptiert)					
	160 Fälle			23 Fälle			183 Fälle		LA: 8		IA: 0		11 Fälle				
	79,2 %			11,4 %			96,0 %		4,0 %		0 %		5,4 %				
Dauer der Anästhesie	< 3 Stunden				3 - 4 Stunden				mehr als 4 Stunden								
	10 Fälle				139 Fälle				53 Fälle								
	5,0 %				68,8 %				26,2 %								
Genannte Beeinträchtigt.	Taubheitsgefühl				H/K-Belastung				Allgemeine Beeinträcht.								
	199 Fälle				11 Fälle				0 Fälle								
	98,5%				5,4%				0%								

Infiltrationsanästhesie:

Es wurden **278** Zähne bei **151** Patienten in **225** Sitzungen anästhesiert.

(Die Zahl der Sitzungen unterscheidet sich von der Anzahl der behandelten Zähne, da in derselben Sitzung oft mehrere Zähne behandelt wurden)

Tabelle 3: Auswertung der Ergebnisse der Infiltrationsanästhesie

ILA = intraligamentäre Anästhesie; LA = Leitungsanästhesie; IA = Infiltrationsanästhesie; HK-Belastung = Herz-Kreislauf-Belastung

Behandelte Zähne	1 8	1 7	1 6	1 5	1 4	1 3	1 2	1 1	2 1	2 2	2 3	2 4	2 5	2 6	2 7	2 8
	25	22	32	18	11	4	9	8	14	11	6	15	19	24	34	20
	4 8	4 7	4 6	4 5	4 4	4 3	4 2	4 1	3 1	3 2	3 3	3 4	3 5	3 6	3 7	3 8
	5															1
Indikationen	Restaurative Maßnahmen			Endodontische Maßnahmen			Extraktionen und Osteotomie			PAR Allg. Chir.			8 8			
	132 Fälle			18 Fälle			59 Fälle			16 Fälle						
	58,7 %			8,0 %			26,2 %			7,1 %						
Patienten-kategorie	Normalpatienten			Risikopat. H / K			Kinder			Behinderte						
	225			0			0			0						
	100,0 %			0 %			0 %			0 %						
Operationszeit einschl.Latenzzeit	Bis 10 Minuten			10 - 20 Minuten			20 - 30 Minuten			> 30 Minuten						
	45 Fälle			79 Fälle			86 Fälle			15 Fälle						
Injektions-schmerzen	Ja						Nein									
	58 Fälle						167 Fälle									
	25,8 %						74,2 %									
Injektions-latenzzeit	2 - 3 Minuten			3 - 4 Minuten			4 - 5 Minuten			über 5 Minuten						
	19 Fälle			114 Fälle			77 Fälle			16 Fälle						
	8,4 %			50,7%			34,2 %			6,7 %						
Injektionsmenge initial	0,6 - 1,2 ml			1,2 - 1,7 ml												
	19 Fälle			206 Fälle												
Nachinjektion erforderlich	Nein			Ja			Methode			Menge durchschn.						
							ILA 1									
	213 Fälle			12 Fälle			Leitung 0									
							Infiltration 11									
Anästhesie umfassend	Ja – initial			Ja – mit Nach-injektion ILA						Ja – mit Nachinjektion LA / I			Restschmerz (akzeptiert)			
	196 Fälle			1 Fall			197 Fälle			LA: 0 IA: 11		17 Fälle				
	87,1 %			0,4 %			87,6 %			0 % 4,9 %		7,6 %				
Dauer der Anästhesie	< 2 Stunden			2 - 3 Stunden			mehr als 3 Stunden									
	1 Fall			84 Fälle			140 Fälle									
	0,5 %			37,3 %			62,2 %									
Genannte Beeinträchtigt.	Taubheitsgefühl			H/K-Belastung			Nasenlaufen / Augentränen									
	207 Fälle			4 Fälle			6 Fälle									
	92 %			1,8 %			2,7 %									

Methodenvergleich

Tabelle 4: Vergleich der drei Anästhesiemethoden:

	Leitungs- anästhesie		Infiltrations- anästhesie		Intraligamentäre Anästhesie	
Instrumentarium	handelsübliche Aspirationsspritze „Aspira plus“ (Aesculap)		handelsübliche Aspirationsspritze Aspira plus“ (Aesculap)		Präzisionsspritze SOFT.JECT	
Kanülen	handelsübliche Injektionskanüle		handelsübliche Injektionskanüle		SOFT.JECT- Kanüle Ø 0,3 mm / 13 mm extrakurzer Anschluss	
Anästhetikum	handelsübliche Zylinderampullen 4 %ige Articain- hydrochlorid-Lösung mit 1 : 200.000 Adrenalinzusatz		handelsübliche Zylinderampullen 4 %ige Articain- hydrochlorid-Lösung mit 1 : 200.000 Adrenalinzusatz		handelsübliche Zylinderampullen 4 %ige Articain- hydrochlorid-Lösung mit 1 : 200.000 Adrenalinzusatz	
	Fälle	%	Fälle	%	Fälle	%
Gesamtzahl	202	= 100 %	225	= 100 %	202	= 100 %
Indikationen						
Restaurative Maßnahm.	129	63,9 %	132	58,7 %	184	91,1 %
Endodont. Maßnahmen	15	7,4 %	18	8,0 %	9	4,4 %
Extraktionen/Osteotom.	48	23,8 %	59	26,2 %	3	1,5 %
Differentialdiagnose	0	0 %	0	0 %	1	0,5 %
Andere (PAR, allg.Chir.)	10	4,9 %	16	7,1 %	5	2,5 %
Injektionsschmerzen						
JA	42	20,9 %	58	25,8 %	13	6,4 %
NEIN	160	79,1 %	167	74,2 %	189	93,6 %
Injektionslatenzzeit						
praktisch keine					200	99,0 %
2 - 3 Minuten	42	20,8 %	19	8,4 %	2	1,0 %
3 - 4 Minuten	67	33,1 %	114	50,7 %		
4 - 5 Minuten	64	31,7 %	77	34,2 %		
über 5 Minuten	19	9,4 %	16	6,7 %		
Injektionsmenge						
initial						
< 0,3 ml					63	31,2 %
0,3 bis 0,6 ml					135	66,8 %
0,6 bis 1,2 ml			19	8,4 %	4	2,0 %
1,2 bis 1,8 ml	202	100 %	206	91,6 %		
Anästhesie umfassend						
JA	160	79,2 %	196	87,1 %	187	92,6 %
NEIN	42	20,8 %	29	12,9 %	15	7,4 %

		Leitungs- anästhesie		Infiltrations- anästhesie		Intraligamentäre Anästhesie	
		Fälle	%	Fälle	%	Fälle	%
Restschmerz akzeptiert		11		17			
Nachinjektion erforderlich JA		31	14,9 %	12	5,9 %	15	7,4 %
Methode	ILA	23		1		11	
	Leitung	8		0		2	
	Infiltration	0		11		2	
Nachinjektion bei Endodontie erforderlich JA		2	22,2 %	1	5,6 %	1	6,7 %
Durchschnittlich injizierte Menge			1,84 ml		1,67		0,43
Dauer der Anästhesie		3,86 Stunden		2,98 Stunden		< 30 Minuten	
Operationszeit							
bis 10 Minuten		25	12,4 %	45	20,0 %	5	2,5 %
10 – 20 Minuten		73	36,1 %	79	35,1 %	124	61,4 %
20 – 30 Minuten		63	31,2 %	86	38,2 %	74	36,6 %
> 30 Minuten		41	20,3 %	15	6,7 %	0	0 %
Genannte Beeinträchtigungen							
Taubheitsgefühl		199	98,5 %	207	92,0 %	2	1,0 %
HK-Belastung		11	5,4 %	4	1,8 %	0	0 %
Allg. Beeinträchtigung		0	0 %	0	0 %	0	0 %
Elongationsgefühl		0	0 %	0	0 %	2	1,0 %
Nasenlaufen / Augentränen		0	0 %	6	2,4 %	0	0 %
Einsatzfähigkeit eingeschränkt (speziell für den Dienst in der Truppe)							
NEIN		0	0 %	0	0	199	98,5 %
JA		202	100 %	225	100 %	3	1,5 %
Dauer: 4 Stunden		154	76,2 %	166	73,8 %	0	0 %
n.Extraktionen 3 - 7 Tage		48	23,8 %	59	26,2 %	3	1,5 %

7.2. Auswertung

7.2.1. Intraligamentäre Anästhesie

Innerhalb der Studie wurden 202 Zähne bei 137 Patienten in 174

Behandlungssitzungen mittels intraligamentärer Anästhesie anästhesiert.

Wie bereits oben angesprochen handelte es sich hierbei ausschließlich um sogenannte Normalpatienten.

7.2.1.1. Therapeutische Maßnahmen unter intraligamentärer Anästhesie

An 184 von den 202 dokumentierten Zähnen wurden Präparationen für restaurative Maßnahmen durchgeführt. Dies entspricht 91,1 % der gesamten Fälle.

Es wurden sowohl definitive plastische Füllungen, als auch Aufbaufüllungen gelegt. Die definitiven Füllungen wurden in der Mehrzahl der Fälle mit Composite-Materialien durchgeführt, selten auch mit Amalgam. Die Aufbaufüllungen wurden mit Glasionomerkement als Füllungsmaterial der Wahl gelegt. Außerdem wurden auch Präparationen für Zahnersatz unter dem Begriff „Restaurative Maßnahmen“ geführt.

9 Zähne wurden unter intraligamentärer Anästhesie endodontisch behandelt. Das entspricht 4,4 % der dokumentierten Fälle. Die endodontische Behandlung unter intraligamentärer Anästhesie bestand in der Trepanation des betroffenen Zahnes, oder der Vitalexstirpation der Pulpa.

Lediglich 3 Zähne wurden nach vorheriger intraligamentärer Anästhesie extrahiert. Dies entspricht 1,5 % der dokumentierten Gesamtfälle.

3 %, also 6 Fälle wurden unter „Sonstiges“ dokumentiert. Hierbei handelte es sich um kleinere lokalisierte chirurgische Eingriffe, wie zum Beispiel eine Exzision, oder die geschlossene Kürettage an einem einzelnen Zahn. Außerdem wurden unter „Sonstiges“

auch Fälle dokumentiert, in denen Retraktionsfäden vor einer Abformung gelegt wurden.

7.2.1.2. Operationszeit

Die Operationszeit für die unter intraligamentärer Anästhesie durchgeführte Behandlungsmaßnahme betrug in 5 dokumentierten Fällen weniger als 10 Minuten, was 2,5 % entspricht. In der Mehrzahl der Fälle – 123 von 202 – nahm die Behandlungszeit zwischen 10 und 20 Minuten ein, entsprechend einem Prozentsatz von 60,9. 20 bis 30 Minuten dauerte die Behandlung bei 74 Zähnen, was 36,2 % der 202 Gesamtfälle entspricht.

In keinem der Fälle, in denen die intraligamentäre Anästhesie als Anästhesiemethode ausgewählt wurde, betrug die Behandlungszeit mehr als 30 Minuten.

7.2.1.3. Injektionsschmerzen

Die Injektion war laut Angabe der befragten Patienten in 189 Fällen, also zu 93,6 % völlig schmerzfrei. Diese Häufigkeit einer schmerzfreien Injektion konnte bei keiner anderen Anästhesiemethode erreicht werden.

Die Angabe eines Schmerzes durch 13 Patienten entspricht 6,4 % der Gesamtfälle der ILA - Gruppe. Bei wiederum 8 der 13 Patienten, die einen Injektionsschmerz angaben, war lediglich der erste Einstich mit der Kanüle schmerzhaft (Abb. 9).

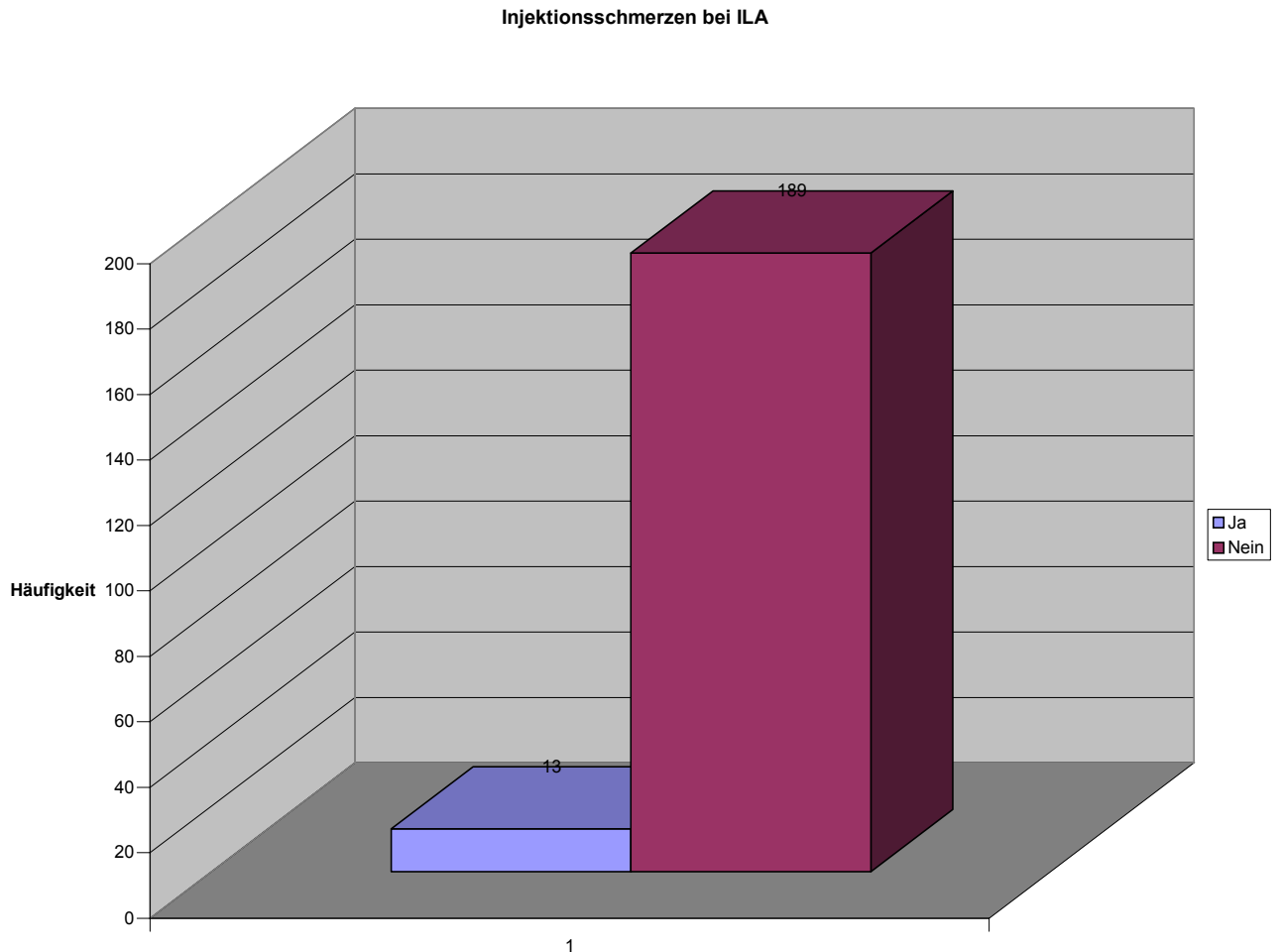


Abb. 9: Injektionsschmerzen bei der intraligamentären Anästhesie. N=202

7.2.1.4. Injektionslatenzzeit

Der Begriff „Injektionslatenzzeit“ beschreibt den Zeitraum zwischen der Durchführung der Injektion und dem Eintritt der Anästhesie.

In 99 % der Fälle, also bei 200 anästhesierten Zähnen gab es praktisch keine Latenzzeit. Das heisst: die Anästhesie wurde lege artis wie oben bereits beschrieben durchgeführt. Nachdem der Patient ausgespült hatte, konnte direkt mit der geplanten Behandlung begonnen werden.

In 2 Fällen (1 %) beschrieb der Patient (es handelte sich beide Male um den selben Patienten) eine Latenzzeit von etwa 2 Minuten bis die Anästhesie voll ausgeprägt war.

7.2.1.5. Injektionsmenge

Die Injektionsmenge für eine erfolgreiche intraligamentäre Anästhesie richtet sich nach der Anzahl der Wurzeln des zu behandelnden Zahnes. Pro Zahnwurzel werden etwa 0,2 ml Anästhesielösung benötigt.

So ergaben sich folgende Werte:

In 63 Fällen wurden etwa 0,2 ml injiziert,

in 65 Fällen ca. 0,4 ml,

in 70 Fällen bis zu 0,6 ml und

in 4 Fällen über 0,6 ml (Abb. 10).

Daraus ergibt sich ein Durchschnittswert von 0,43 ml für eine umfassende Anästhesie.

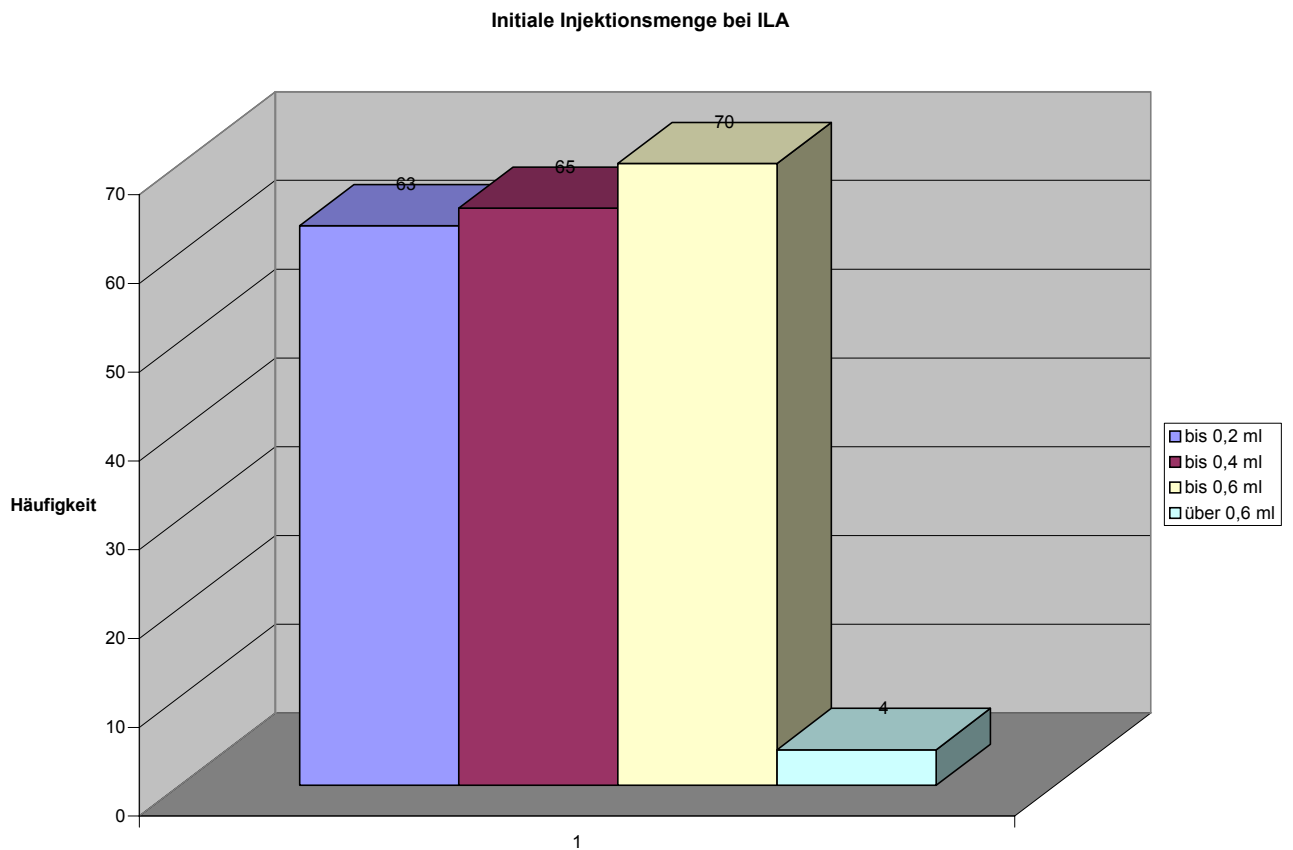


Abb. 10: Initiale Injektionsmenge bei der intraligamentären Anästhesie. N=202

7.2.1.6. Anästhesieversager

Bei insgesamt 187 von 202 Fällen war die Anästhesie bereits nach dem ersten Injektionsintervall (eine Injektion für einen einwurzeligen Zahn; zwei bzw. drei Injektionen an einem mehrwurzeligem Zahn) umfassend ausgeprägt. Dies entspricht einem Prozentsatz von 92,6.

In weiteren 11 Fällen (5,4 %) konnte durch Nachinjektion mittels intraligamentärer Anästhesie eine umfassende Anästhesie erreicht werden. So konnten also 98,0 % der behandelten Zähne durch intraligamentäre Anästhesie vollständig anästhesiert werden. Lediglich in vier von 202 Fällen war für eine vollständige Anästhesie eine Leitungs- bzw. eine Infiltrationsanästhesie notwendig.

Dies bedeutet, dass die Versagerquote für die intraligamentäre Anästhesie bei nur 7,4 % initial und bei 2,0 % endgültig liegt (Abb. 11).

Die Anästhesieversager verteilten sich bezüglich der sich anschließenden Behandlungsmaßnahme folgendermaßen:

- Präparation: 13 von 182 Injektionen
- Endodontie: 2 von 9 Injektionen
- Extraktion: 0 von 3 Injektionen

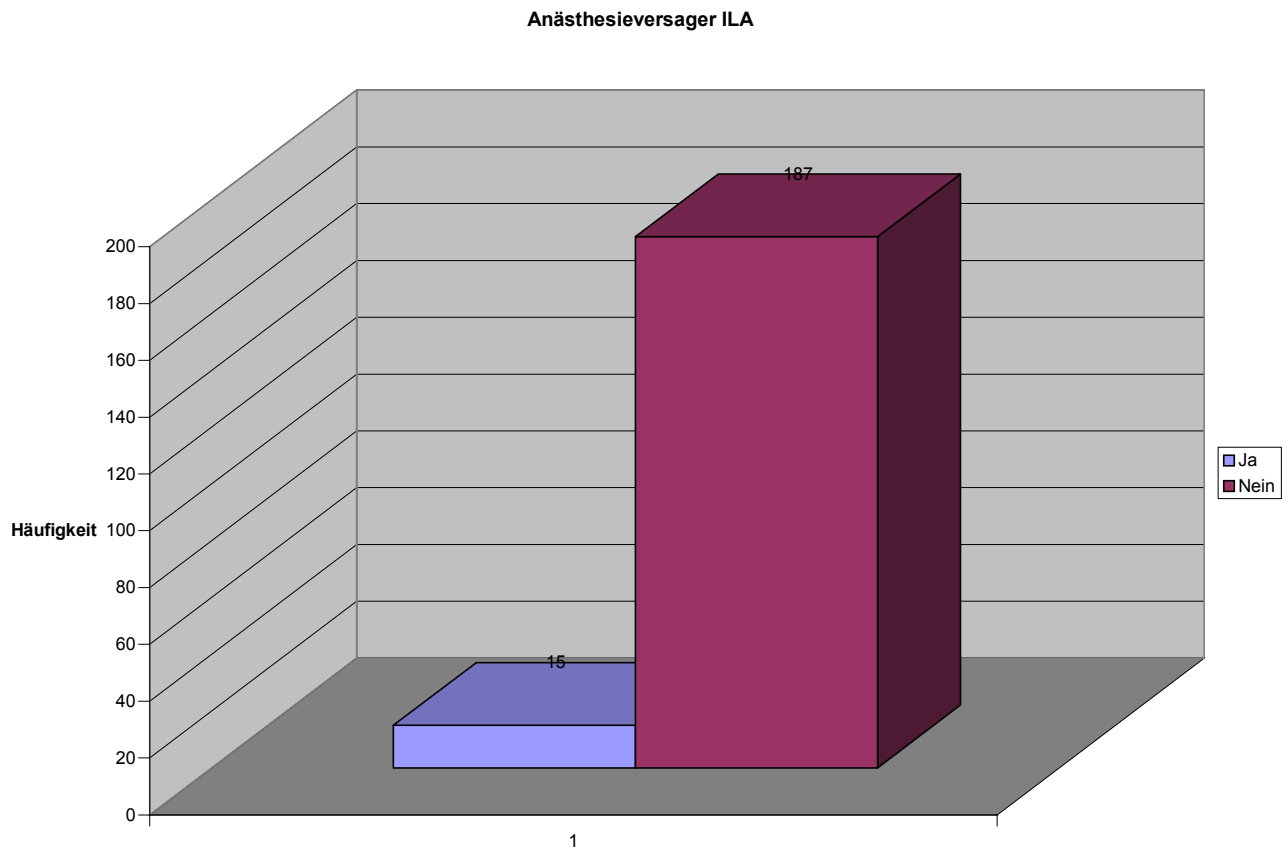


Abb. 11: Anästhesieversager nach intraligamentärer Anästhesie. N=202

7.2.1.7. Dauer der Anästhesie

Bei 165 der 202 dokumentierten Fälle betrug die Dauer der Anästhesie nach intraligamentärer Anästhesie laut Angaben der Patienten etwa 30 Minuten. Dies entspricht einem Anteil von 81,7 % (Abb. 12).

Bei 13,8 % der Fälle dauerte es zwischen 20 und 30 Minuten bis die Anästhesie abgeklungen war (Abb. 12).

In 2,5 % der Fälle, also bei 5 Patienten hielt die Anästhesiewirkung zwischen 30 und 40 Minuten an (Abb. 12).

Bei 4 Patienten etwa 180 Minuten, was dadurch bedingt war, dass mittels Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie nachinjiziert wurde.

Man kann also davon ausgehen, dass die intraligamentäre Anästhesie ohne spätere Nachinjektion für alle Behandlungsfälle indiziert sein kann, die einen Zeitaufwand bis etwa 30 Minuten benötigen.

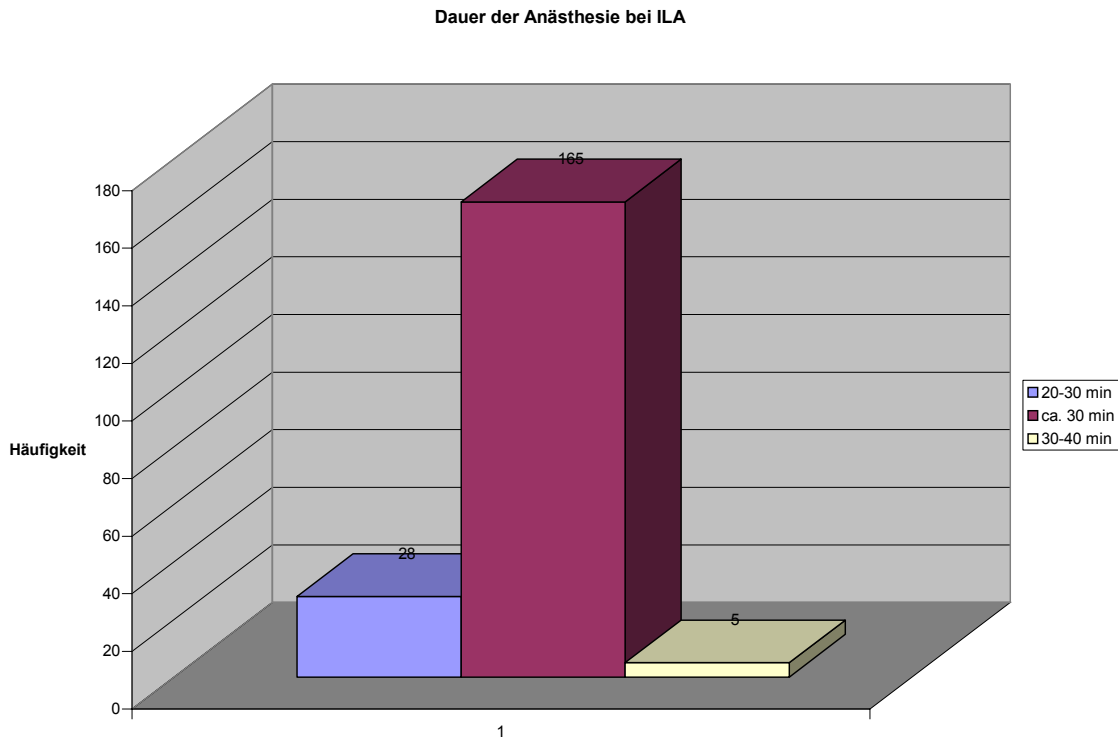


Abb. 12: Dauer der Anästhesie nach intraligamentärer Anästhesie.

7.2.1.7.1. Dauer der Anästhesie im Vergleich zur Operationszeit

Die durchschnittliche Behandlungszeit für die 202 dokumentierten Fälle betrug 18,5 Minuten (Abb. 13).

Die Bedeutung dieser Angabe liegt darin begründet, dass der Patient praktisch direkt nach dem Verlassen der zahnärztlichen Praxis nach einer intraligamentären Anästhesie wieder uneingeschränkt einsatzfähig ist. Er kann sofort wieder seiner gewohnten Tätigkeit nachgehen, ohne durch die Anästhesie und ihre Nebeneffekte, wie bei der Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie, eingeschränkt zu sein.

Dies ist ein wichtiger Vorteil der intraligamentären Anästhesie gegenüber den übrigen Anästhesiemethoden.

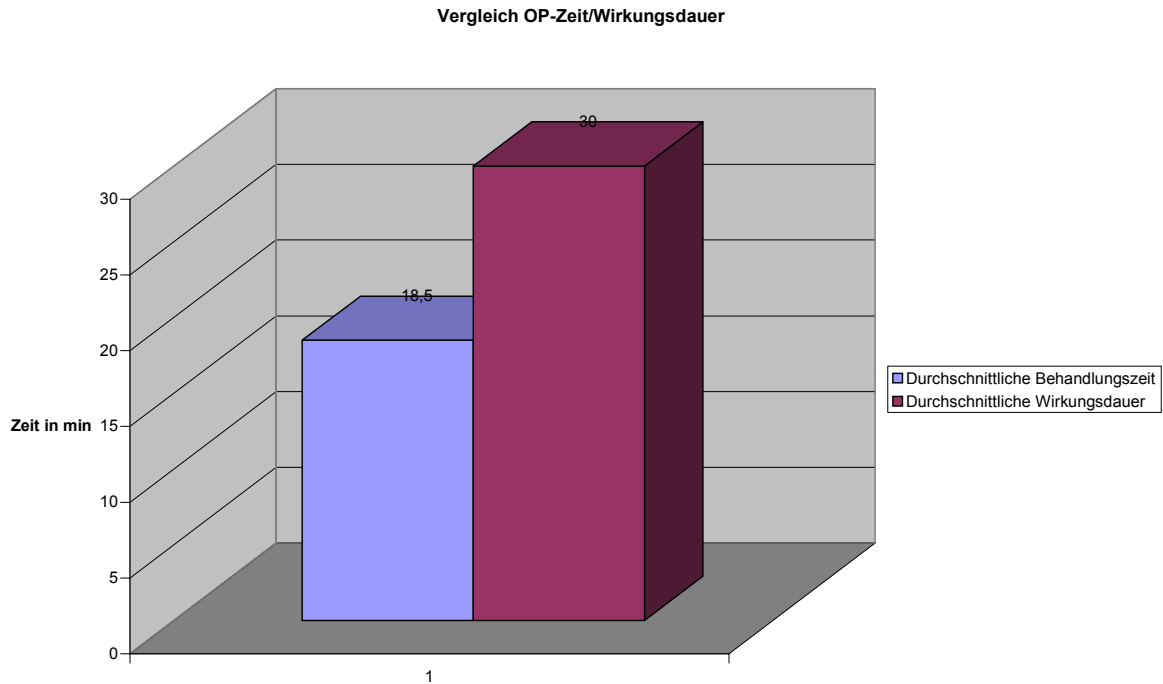


Abb. 13: Vergleich Operationszeit / Wirkungsdauer nach intraligamentärer Anästhesie.

7.2.1.8. Subjektiv wahrgenommene Beeinträchtigungen

In 196 von 202 Fällen, also zu 97,0 %, nannten die Patienten, die mittels intraligamentärer Anästhesie schmerzfrei behandelt werden konnten, keinerlei durch die Anästhesie hervorgerufene Beeinträchtigungen. Das heisst, sie hatten weder ein Taubheitsgefühl, wie es bei der Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie in der Regel vorkommt, noch andere Beeinträchtigungen, wie zum Beispiel eine Herz-/Kreislauf – Belastung festgestellt.

In 3 Prozent der Fälle wurde ein Taubheitsgefühl beschrieben. In 2 dieser 3 Prozent ist dies dadurch zu erklären, dass durch eine Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie nachanästhesiert wurde.

Man kann somit davon ausgehen, dass es durch bzw. nach der intraligamentären Anästhesie zu nahezu keinen Beeinträchtigungen kommt.

7.2.2. Leitungsanästhesie

Unter Leitungsanästhesie wurden im Rahmen dieser Studie 316 Zähne an 149 verschiedenen Patienten in 202 Sitzungen behandelt.

7.2.2.1. Therapeutische Maßnahmen unter Leitungsanästhesie

Bei 129, entsprechend 63,9 %, der dokumentierten Fälle einer Leitungsanästhesie handelte es sich um restaurative Maßnahmen, also Präparationen im Rahmen der Füllungstherapie oder der zahnärztlichen Prothetik.

Weitere 15 der 202 Fälle mit Leitungsanästhesie (7,4 %) wurden endodontisch behandelt.

Bei 23,8 % , also 48 Fällen, waren Extraktionen oder Osteotomien indiziert. Diese Zahl ist aus dem Grund relativ hoch, da es sich bei Patienten innerhalb der Bundeswehr um meist junge Soldaten handelt, bei denen die Weisheitszahnentfernung oft aus Platzgründen erforderlich ist.

10 Fälle (4,9 %) wurden unter dem Sammelbegriff „PAR/allgemeine Chirurgie“ zusammengefaßt. Hierbei handelte es sich um geschlossene Kürettagen in je einer Unterkieferhälfte und kleinere chirurgische Eingriffe wie zum Beispiel Exzisionen oder das Legen von Retraktionsfäden vor einer Abformung.

7.2.2.2. Operationszeit

Die Operationszeit für den jeweiligen Eingriff unter einer Leitungsanästhesie betrug in 25 Fällen (12,4 %) weniger als 10 Minuten, in 73 Fällen (36,1 %) zwischen 10 und 20 Minuten, in 63 Fällen (31,2 %) 20 bis 30 Minuten und in 41 Fällen (20,3 %) mehr als 30 Minuten.

Daraus ergibt sich ein Durchschnittswert von 26,03 Minuten.

Dies bedeutet, dass 161 der 202 dokumentierten Fälle (abgesehen von den Weisheitszahnentfernungen), also 79,7 %, auch unter intraligamentärer Anästhesie ohne Nachinjektion hätten behandelt werden können.

7.2.2.3. Injektionsschmerzen

20,8 % der befragten Patienten gaben an, dass die Injektion für sie schmerzhaft oder zumindest sehr unangenehm gewesen sei (Abb. 14). Bei der intraligamentären Anästhesie waren dies dagegen nur 6,4 %.

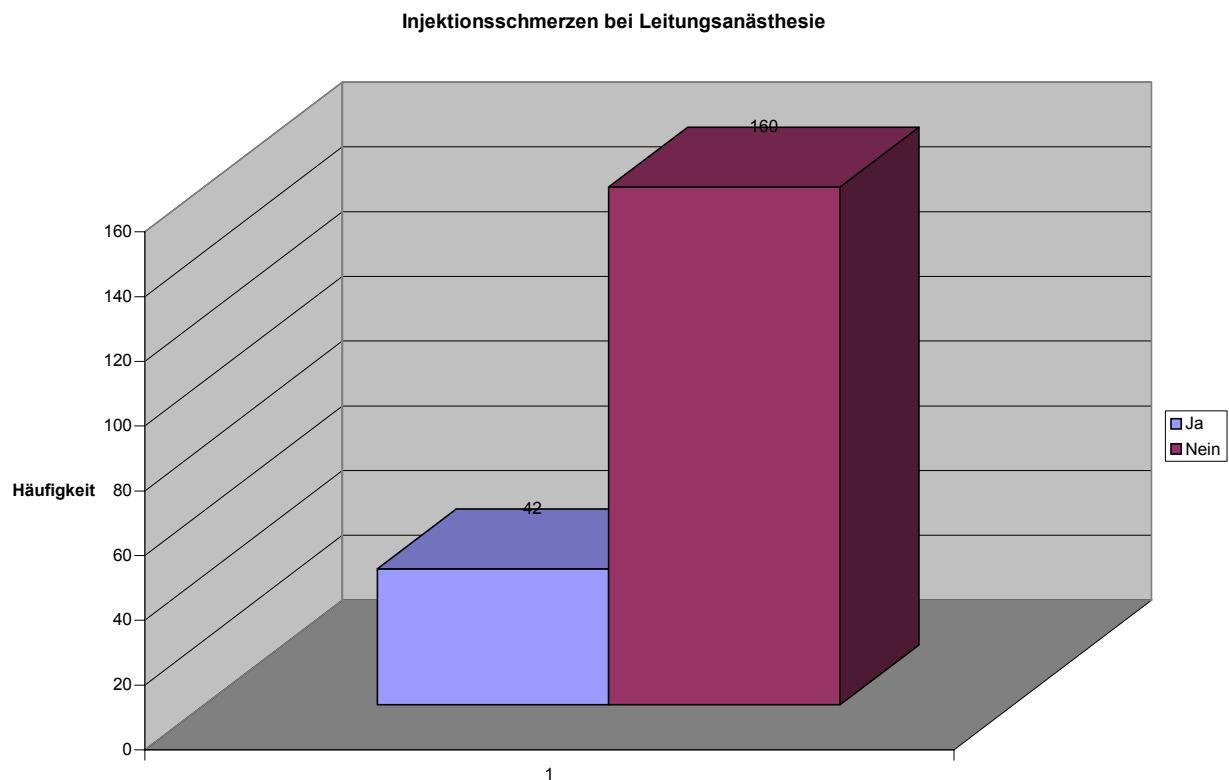


Abb. 14: Injektionsschmerzen bei der Leitungsanästhesie. N=202

7.2.2.4. Injektionslatenzzeit

Die Injektionslatenzzeit, d. h. die Zeit die zwischen Injektion und Wirkungseintritt der Leitungsanästhesie verging, lag durchschnittlich bei 4,36 Minuten.

In 42 Fällen (20,8 %) lag sie zwischen 2 und 3 Minuten, in 67 Fällen (33,1 %) zwischen 3 und 4 Minuten, in 64 Fällen (31,7 %) betrug sie 4 bis 5 Minuten in 19 Fällen (9,4 %) sogar mehr als 5 Minuten.

7.2.2.4.1 Injektionslatenzzeit im Vergleich zur durchschnittlichen Operationszeit

Die durchschnittliche Injektionslatenzzeit für die Leitungsanästhesie lag bei 4,36 min. Die durchschnittliche Operationszeit für einen zahnärztlichen Eingriff unter Leitungsanästhesie betrug 26,03 min. Demzufolge machte die Wartezeit, bis mit der Behandlung begonnen werden konnte, 16,7 % der gesamten Operationszeit aus. Dieser Wert spielt für ein effizientes Praxismanagement keine Rolle, solange der Behandler direkt nach der Injektion für eine Leitungsanästhesie in einen zweiten oder dritten Behandlungsraum ausweichen kann, um die relativ lange Latenzzeit überbrücken zu können. Trotzdem muss während dieser Zeit eine Aufsichtsperson beim Patienten bleiben, um bei einem etwaigen Zwischenfall sofort geeignete Maßnahmen ergreifen zu können.

Hat der Behandler – wie dies in kleineren Praxen und auch bei zahnärztlichen Behandlungseinrichtungen der Bundeswehr häufig der Fall ist – nur einen Raum zur Verfügung, so kann durch Anwendung der intraligamentären Anästhesie sogar Zeit eingespart werden. Dieses Zeitersparnis würde sich pro Behandlungssitzung auf etwa 3,5 bis 4 min belaufen, vorausgesetzt es wird nur ein Zahn pro Quadrant behandelt.

Die Zeitersparnis erklärt sich dadurch, dass es bei der intraligamentären Anästhesie, wie bereits beschrieben, nahezu keine Latenzzeit gibt und die Injektionszeit pro Wurzel des zu behandelnden Zahnes etwa 20 Sekunden beträgt.

7.2.2.5 Injektionsmenge

Die initiale Injektionsmenge betrug für alle Leitungsanästhesien 1,7 ml. Da in einigen Fällen für eine erfolgreiche Anästhesie eine Nachinjektion erforderlich war, beträgt die durchschnittliche Injektionsmenge für eine erfolgreiche Anästhesie 1,84 ml.

7.2.2.6. Anästhesieversager

In 160 der dokumentierten Fälle (79,2 %) war die Anästhesie nach der ersten Injektion umfassend. In den restlichen 42 Fällen waren die zu behandelnden Zähne noch sensibel. 11 dieser 42 Patienten wünschten aber keine Nachinjektion, da die Sensibilität der zu behandelnden Zähne für sie erträglich erschien.

In 31 Fällen wurde eine Nachinjektion für nötig erachtet. Sie erfolgte in 23 Fällen in Form einer intraligamentären Anästhesie, in 8 Fällen in Form einer weiteren Leitungsanästhesie.

Somit kann eine primäre Versagerquote von 20,8 % für die Leitungsanästhesie ermittelt werden (Abb. 15).

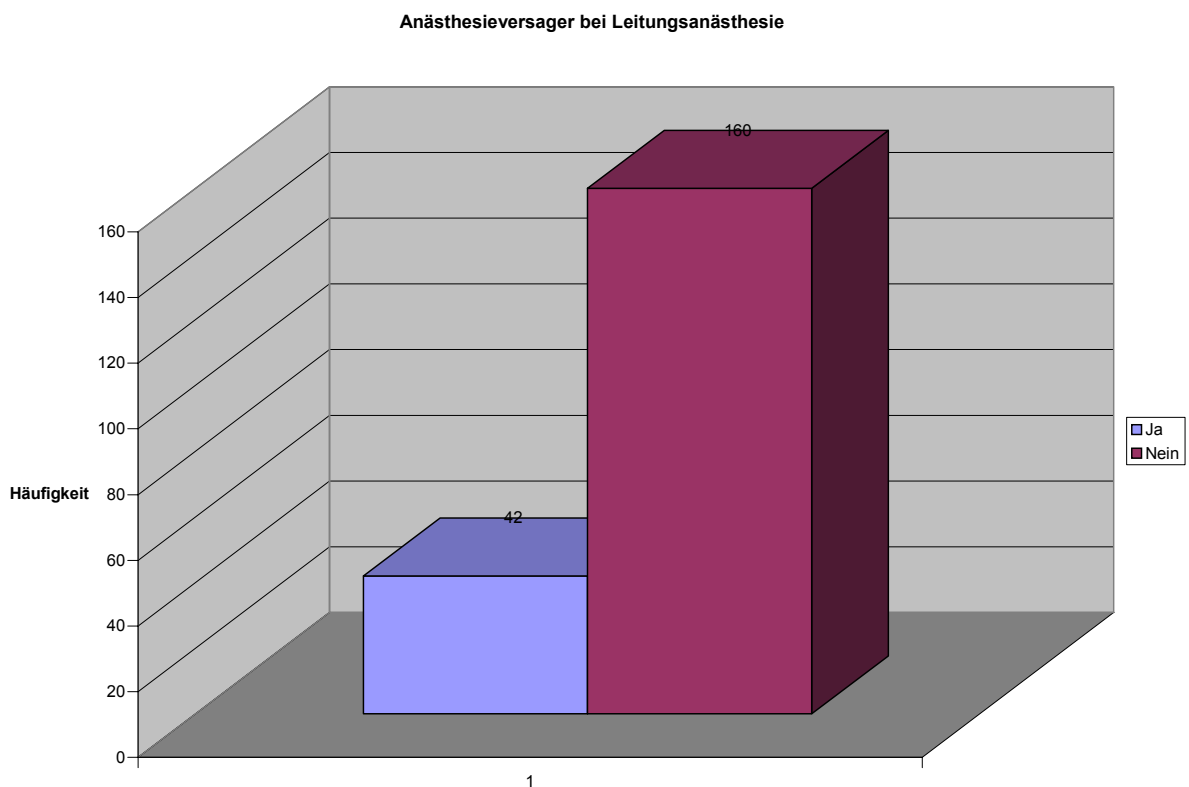


Abb. 15: Anästhesieversager bei Leitungsanästhesie. N=202

Die Anästhesieversager verteilten sich bezüglich der sich anschließenden Behandlungsmaßnahme folgendermaßen:

- Präparation: 31 von 128 Leitungsanästhesien
- Endodontie: 3 von 13 Leitungsanästhesien

- Extraktion/ Osteotomie
(operative Zahnentfernung): 6 von 48 Leitungsanästhesien
- PAR: 2 von 7 Leitungsanästhesien

7.2.2.7. Dauer der Anästhesie

Nur bei 5 % der dokumentierten Fälle betrug die Wirkung der Anästhesie weniger als 3 Stunden. Zu 68,8 % (139 Fälle) dauerte die Anästhesie zwischen 3 und 4 Stunden und im 53 Fällen (26,2 %) sogar mehr als 4 Stunden (Abb. 16).

Dies ergibt einen Durchschnittswert von 3,86 Stunden.

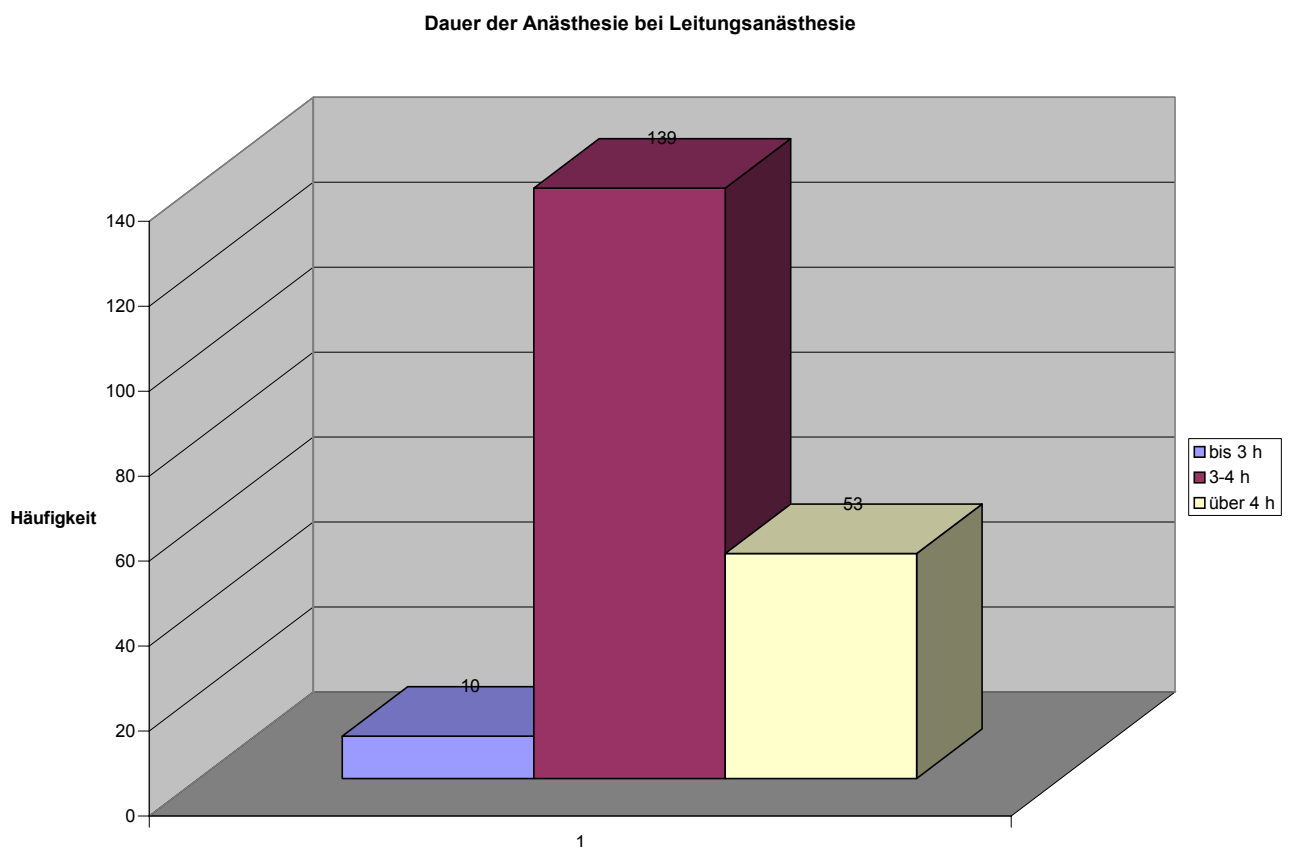


Abb. 16: Dauer der Anästhesie nach Leitungsanästhesie. N=202

7.2.2.7.1. Dauer der Anästhesie im Vergleich zur Operationszeit

Die durchschnittliche Behandlungszeit für einen unter Leitungsanästhesie vorgenommenen Eingriff betrug 0,43 Stunden; die durchschnittliche Wirkungsdauer dagegen 3,86 Stunden (Abb. 17). Daraus ergibt sich, dass lediglich 11,1 % der Wirkungsdauer einer Leitungsanästhesie für die tatsächliche Behandlung ausgenützt werden.

In der restlichen Zeit – durchschnittlich 3,43 Stunden – wird der Patient unnötig durch „Nebenwirkungen“ der Anästhesie beeinträchtigt.

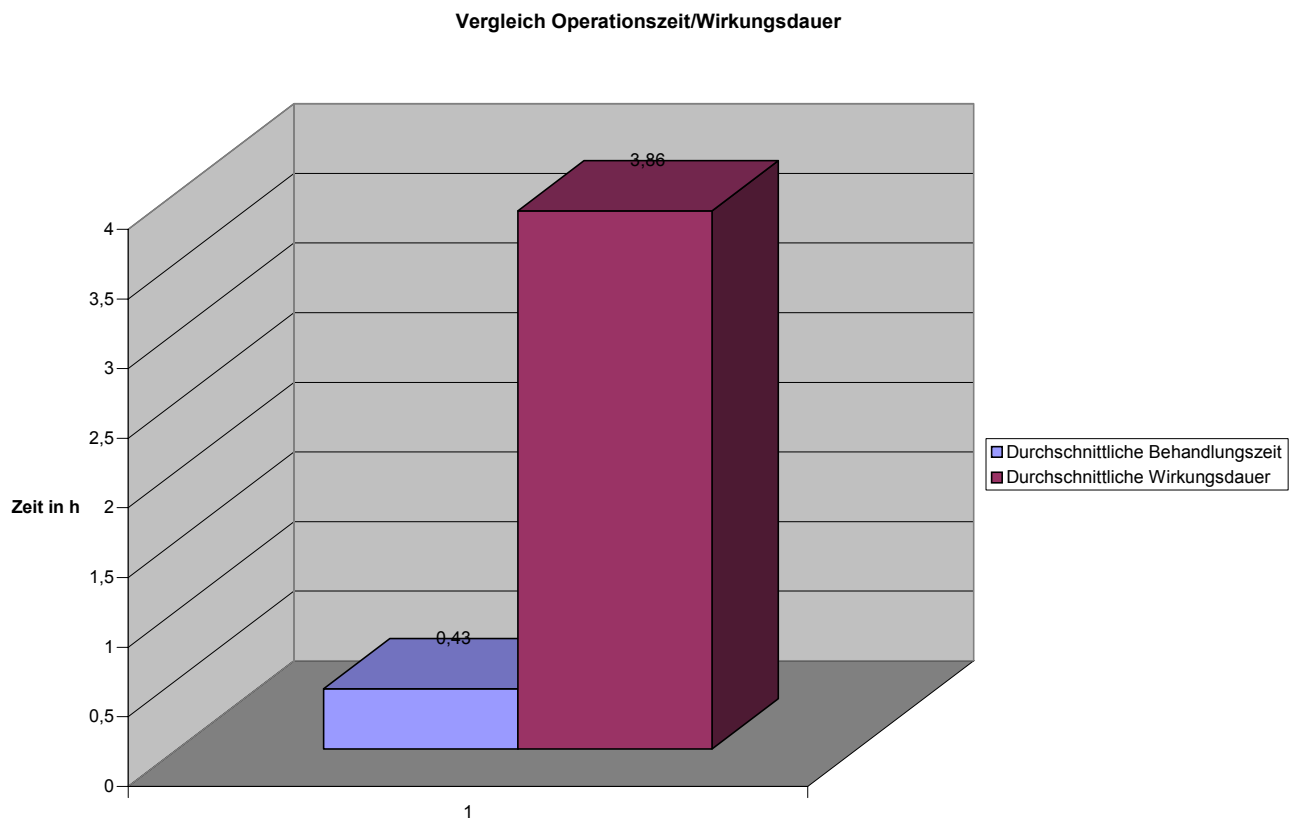


Abb. 17: Vergleich Operationszeit / Wirkungsdauer bei Leitungsanästhesie.

7.2.2.8. Subjektiv wahrgenommene Beeinträchtigungen

In 199 von 202 Fällen (98,5 %) beklagten die Patienten ein Taubheitsgefühl in der Unterlippe und zum Teil auch in der Zunge. In 11 Fällen (5,4 %) kam für die Patienten noch eine subjektiv wahrgenommene Herz-/Kreislauf-Belastung dazu.

Daraus ergibt sich, dass bei 39 der 42 Fälle, bei denen die zu behandelnden Zähne noch sensibel waren trotzdem ein Taubheitsgefühl vorhanden war.

Für die praktische Anwendung bedeutet dies, dass bei Aussage des Patienten „Es ist alles taub“ der zu behandelnde Zahn noch sensibel sein kann.

7.2.3. Infiltrationsanästhesie

Mittels Infiltrationsanästhesie wurden im Rahmen dieser Studie 278 Zähne bei 151 verschiedenen Patienten in 225 Sitzungen betäubt.

7.2.3.1. Therapeutische Maßnahmen unter Infiltrationsanästhesie

In 132 Fällen (58,7 %) wurden restaurative Maßnahmen im oben genannten Sinne durchgeführt. 18 mal (8,0 %) wurden endodontische Behandlungen durchgeführt, 59 mal (26,2 %) Zahnentfernungen. Die Zahl der Extraktionen beziehungsweise Osteotomien ist wiederum aus oben genannten Gründen relativ hoch im Bezug auf den üblichen Durchschnitt.

In 16 Fällen (7,1 %) wurde für kleinere chirurgische Eingriffe beziehungsweise PAR-Behandlungen infiltriert.

7.2.3.2. Operationszeit

Zu 20 % (45 Fälle) lag die Operationszeit für den notwendigen zahnärztlichen Eingriff unter 10 Minuten. In 79 Fällen (35,1 %) lag sie zwischen 10 und 20 Minuten, in 86 Fällen (38,2 %) zwischen 20 und 30 Minuten und in 15 Fällen (6,7 %) über 30 Minuten.

Die durchschnittliche Operationszeit für einen Eingriff unter Infiltrationsanästhesie betrug 17,88 Minuten.

Daraus ergibt sich, dass 93,3 % der Fälle – wiederum abgesehen von den Weisheitszahnentfernungen – mittels intraligamentärer Anästhesie ohne Nachinjektion hätten behandelt werden können.

7.2.3.3. Injektionsschmerzen

58mal beschrieben die Patienten bei der Injektion Schmerzen oder klagten zumindest über ein sehr unangenehmes Gefühl während der Injektion. Das entspricht 25,8 % der Gesamtfälle (Abb. 18).

Besonders häufig klagten die Patienten über Injektionsschmerzen wenn Frontzähne anästhesiert werden mussten.

Bei der intraligamentären Anästhesie klagten nur 6,4 % der Fälle über Injektionsschmerzen.

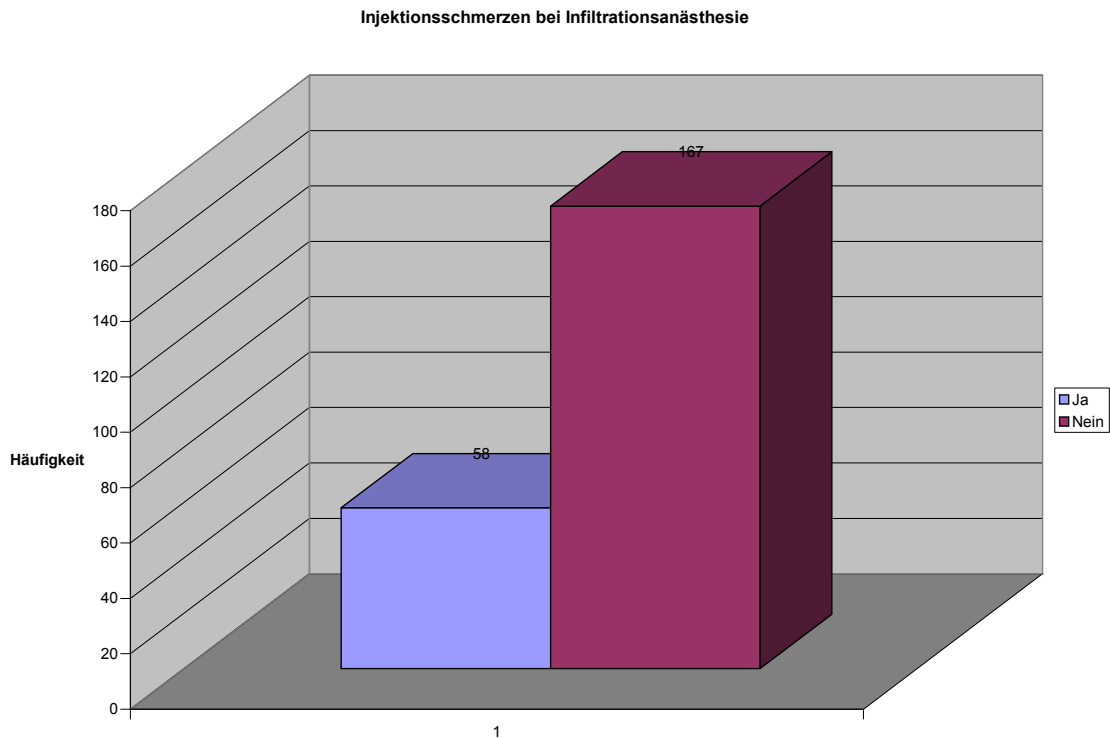


Abb. 18: Injektionsschmerzen bei Infiltrationsanästhesie. N=225

7.2.3.4. Injektionslatenzzeit

Die Injektionslatenzzeit lag für die Infiltrationsanästhesie zu 8,4 % (19 Fälle) unter 3 Minuten, zu 50,7 % (114 Fälle) zwischen 3 und 4 Minuten, in 77 Fällen – entsprechend 34,2 % - zwischen 4 und 5 Minuten und in 16 Fällen (6,7 %) über 5 Minuten. Somit lag die Injektionslatenzzeit durchschnittlich bei 3,57 Minuten.

7.2.3.4.1. Injektionslatenzzeit im Vergleich zur durchschnittlichen Operationszeit

Durchschnittlich kam es im Rahmen dieser Studie nach Infiltrationsanästhesie zu einer Latenzzeit von 3,57 Minuten bis die Anästhesie vollständig ausgeprägt war.

Die durchschnittliche Operationszeit für einen zahnärztlichen Eingriff unter Infiltrationsanästhesie betrug 17,88 Minuten. Die Wartezeit bis zum Eintritt der Anästhesie machte also prozentual 20,0 % der Operationszeit aus.

Soll nur ein Zahn im Ausbreitungsbereich einer Infiltrationsanästhesie behandelt werden, so kann trotz längerer Injektionszeit die Gesamtbehandlungszeit für den Patienten reduziert werden, indem mittels intraligamentärer Anästhesie anästhesiert wird. Bei einem dreiwurzeligem Zahn können mindestens 2,5 Minuten eingespart werden.

7.2.3.5. Injektionsmenge

Initial betrug die Injektionsmenge in 19 Fällen zwischen 0,6 und 1,2 ml, in 206 Fällen zwischen 1,2 und 1,7 ml (Abb. 19). Daraus ergibt sich ein Durchschnittswert von 1,67 ml für eine erfolgreiche Anästhesie.

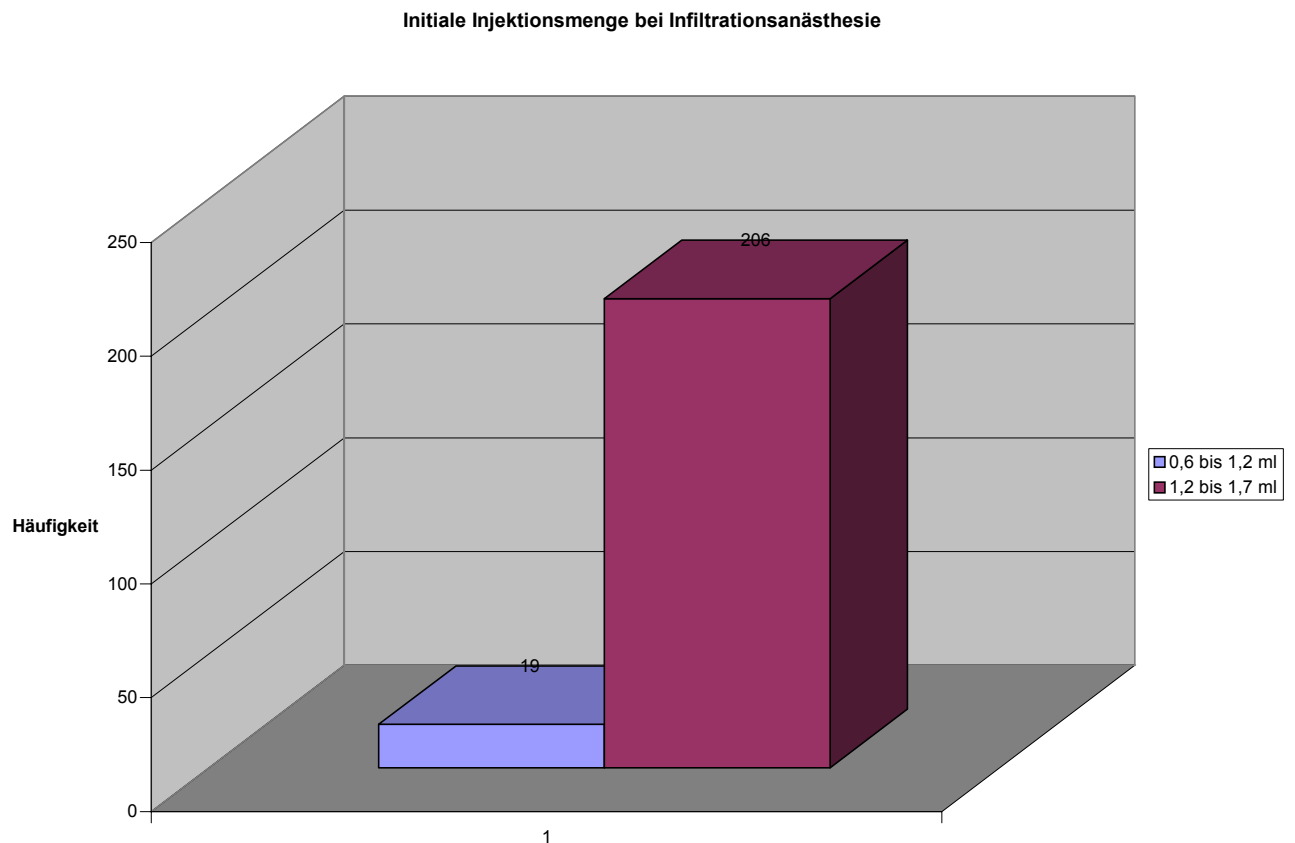


Abb. 19: Initiale Injektionsmenge bei Infiltrationsanästhesie. N=225

7.2.3.6. Anästhesieversager

Initial, das heisst nach der ersten Injektion, waren 87,1 % (196 Fälle) der durchgeführten Infiltrationsanästhesien umfassend (Abb. 20). In 17 Fällen (7,6 %) wünschten die Patienten keine weitere Nachinjektion, obwohl die Anästhesie nicht umfassend war.

In einem Fall wurde in Form einer intraligamentären Anästhesie nachinjiziert, in 11 Fällen mittels einer weiteren Infiltrationsanästhesie.

Somit kann eine initiale Versagerquote von 12,9 % für die Infiltrationsanästhesie ermittelt werden.

Die Anästhesieversager verteilten sich bezüglich der sich anschließenden Behandlungsmaßnahme folgendermaßen:

- | | |
|--|-------------------------------------|
| • Präparation: | 15 von 130 Infiltrationsanästhesien |
| • Endodontie: | 5 von 17 Infiltrationsanästhesien |
| • Extraktion/Osteotomie
(operative Zahnentfernung): | 7 von 58 Infiltrationsanästhesien |
| • Abszessspaltung: | 1 von 2 Infiltrationsanästhesien |
| • Wurzelspitzenresektion: | 1 von 2 Infiltrationsanästhesien |

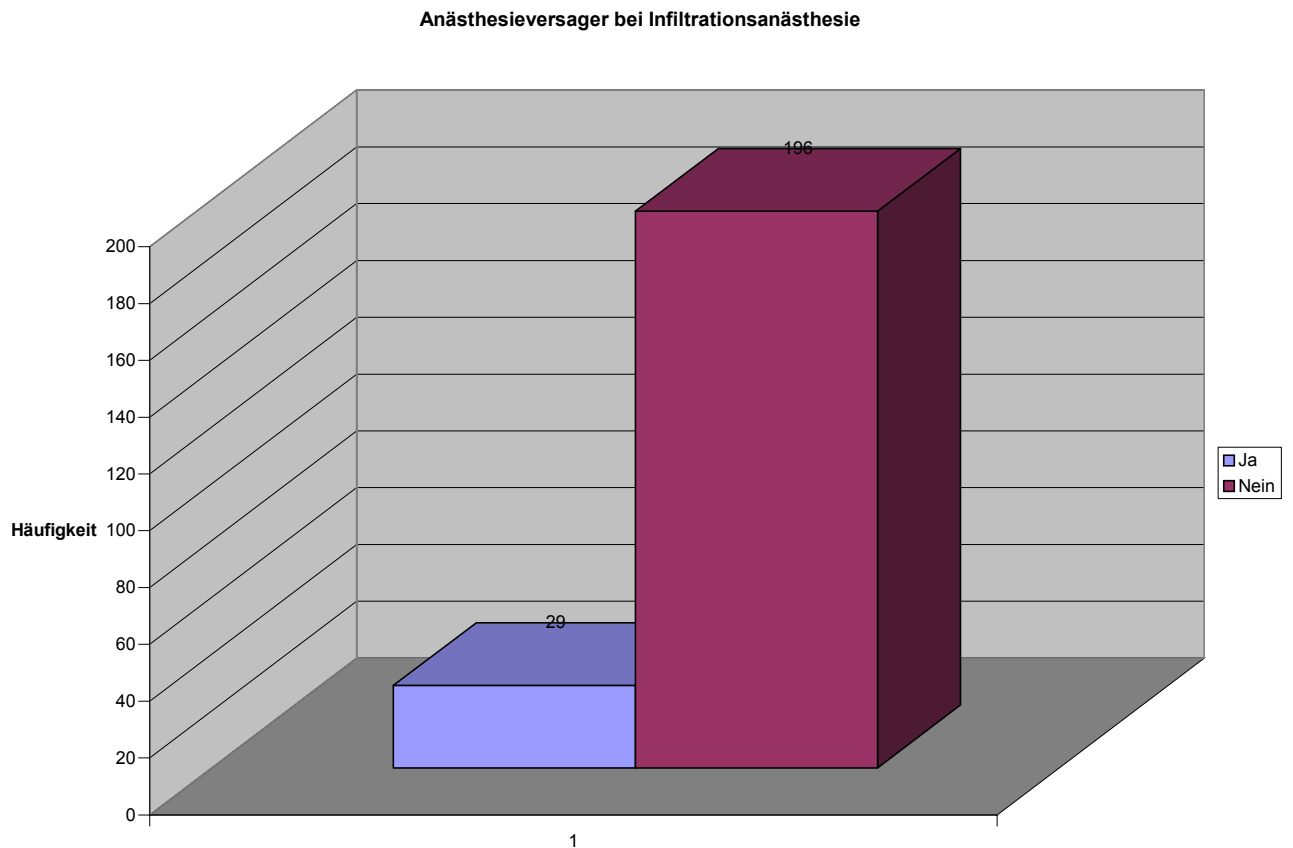


Abb. 20: Anästhesieversager nach Infiltrationsanästhesie. N=225

7.2.3.7. Dauer der Anästhesie

In nur einem Fall (0,5 %) war die Anästhesiewirkung nach weniger als 2 Stunden abgeklungen. In 84 Fällen (37,3 %) dauerte es zwischen 2 und 3 Stunden bis die Anästhesie aufgehoben war, in 140 Fällen (62,2 %) dauerte es sogar mehr als 3 Stunden (Abb. 21).

Daraus ergibt sich ein Durchschnittswert von 2,98 Stunden für die Anästhesiedauer nach einer Infiltrationsanästhesie.

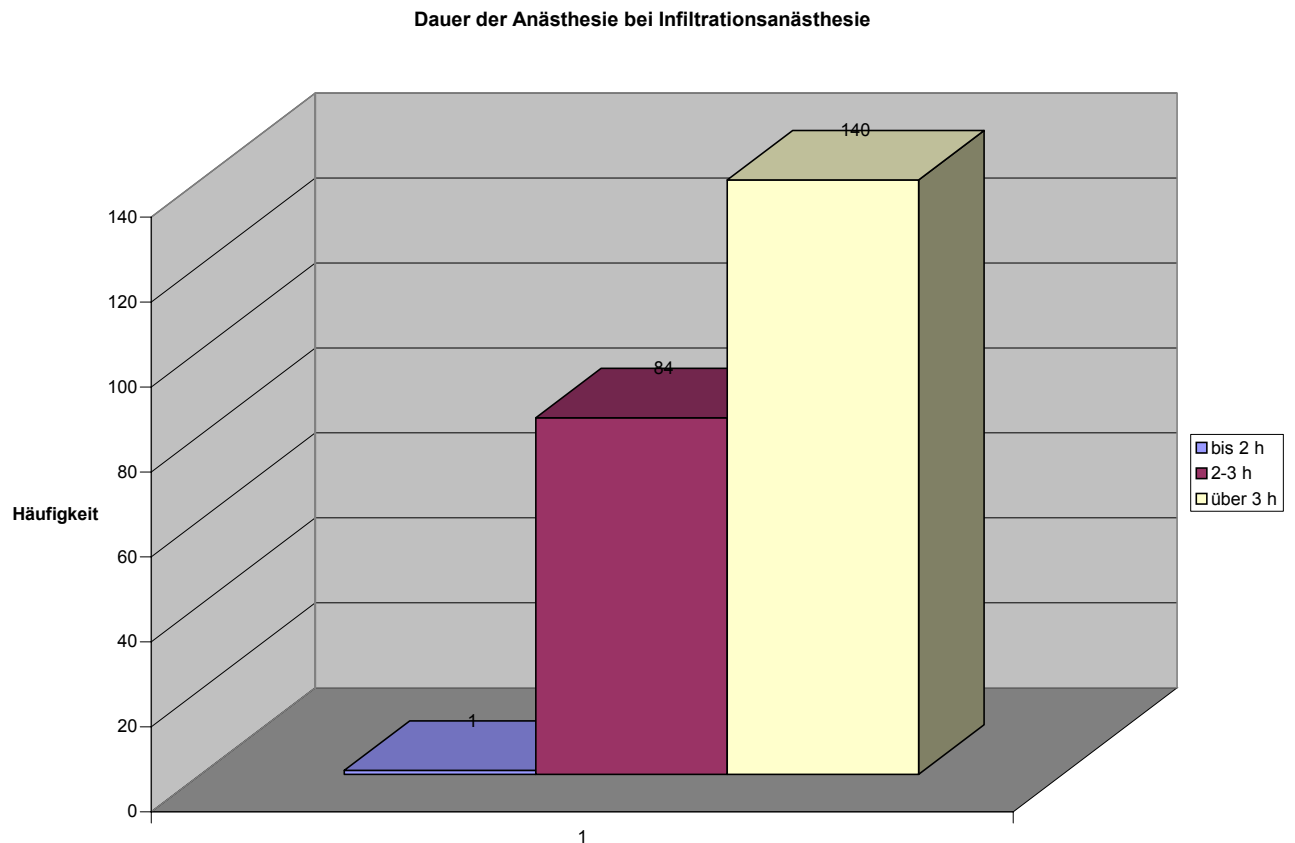


Abb. 21: Dauer der Anästhesie nach Infiltrationsanästhesie.

7.2.3.7.1. Dauer der Anästhesie im Vergleich zur Operationszeit

Durchschnittlich hielt die Wirkung der Infiltrationsanästhesie für 2,98 Stunden an; die durchschnittliche Operationszeit für einen zahnärztlichen Eingriff unter Infiltrationsanästhesie betrug dagegen nur 0,30 Stunden (Abb. 22).

Daraus kann gefolgert werden, dass nur 10 % der Wirkungsdauer einer Infiltrationsanästhesie tatsächlich für die Behandlung ausgenutzt werden. 90 % (entsprechend 2,68 Stunden) der Wirkungsdauer werden überhaupt nicht benötigt und sind somit als reine, unnötige Beeinträchtigung für den Patienten anzusehen.

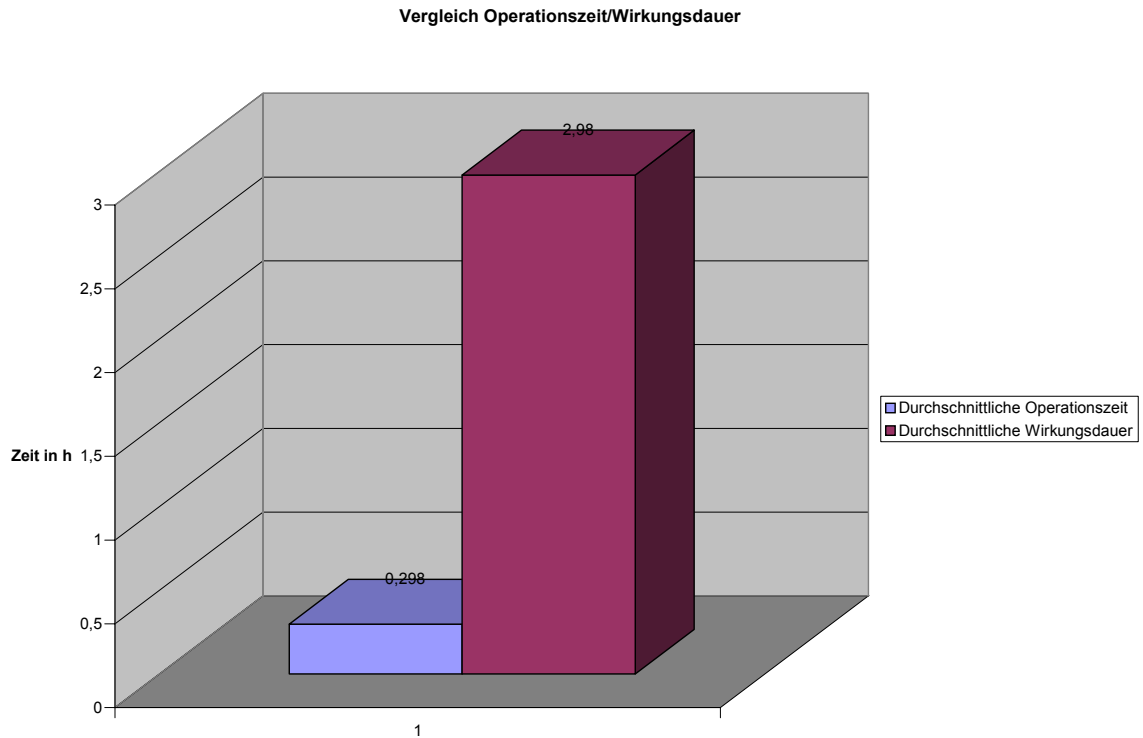


Abb. 22: Vergleich Operationszeit / Wirkungsdauer bei Infiltrationsanästhesie.

7.2.3.8. Subjektiv wahrgenommene Beeinträchtigungen

207mal (92,0 %) beschrieben die Patienten ein Taubheitsgefühl in der Wange oder der Lippe. Das Taubheitsgefühl wurde nur teilweise in den Fällen nicht wahrgenommen, als im Bereich der Weisheitszähne des Oberkiefers anästhesiert wurde.

In 1,8 % der Fälle (4mal) klagten die Patienten über eine Herz-/Kreislauf-Belastung. Bei 2,7 % (6 Fälle) der Patienten kam es direkt nach oder sogar schon während der Injektion zu Nasenlaufen oder Augentränen. Dies war der Fall, wenn im Bereich der Frontzähne des Oberkiefers injiziert wurde.

7.3. Einsatzfähigkeit nach der Anästhesie und Anästhesieerfolg

Die Einsatzfähigkeit des betroffenen Soldaten war sowohl nach einer

- Leitungsanästhesie als auch nach einer
- Infiltrationsanästhesie

signifikant länger eingeschränkt, als nach einer intraligamentären Anästhesie. Mit Hilfe des Kruskal – Wallis Tests wurde statistisch festgestellt, dass sich alle drei untersuchten Anästhesiemethoden bezüglich der Wirkungsdauer und somit auch bezüglich der Einschränkung der Einsatzfähigkeit signifikant unterscheiden.

Der Mann – Whitney Test weist statistisch nach, dass die Wirkungsdauer der intraligamentären Anästhesie sowohl gegenüber der Wirkungsdauer der Leitungsanästhesie, als auch gegenüber der Wirkungsdauer der Infiltrationsanästhesie hoch signifikant kürzer ist ($P - \text{Werte} < 0,001$).

Nach intraligamentärer Anästhesie war praktisch keine Einschränkung der Einsatzfähigkeit gegeben, es sei denn es wurde extrahiert.

Der Anästhesieerfolg ist bei der intraligamentären Anästhesie signifikant höher als bei der Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie. Unter den dokumentierten Fällen wurden folgende Häufigkeiten von Anästhesieversagern festgestellt:

Leitungsanästhesie	20,8 %	(281,1 %)
Infiltrationsanästhesie	12,9 %	(174,3 %)
Intraligamentären Anästhesie	7,4 %	(100 %).

Chi – Quadrat – Test:

Tabelle 5: Ergebnisse der Signifikanzprüfung zu Unterschieden des Anästhesieerfolgs mit dem Chi – Quadrat – Test:

	Wert	df	Asympt. Sig. (2 – seit.)
Chi – Quadrat nach Pearson	15,470	2	0,000
Likelihood - Quotient	15,603	2	0,000
Zusammenhang linear-mit-linear	2,339	1	0,126
Anzahl der gültigen Fälle	629		

Nach dem Chi – Quadrat Test ergibt sich eine Signifikanz von $P < 0,001$, was bedeutet, dass die intraligamentäre Anästhesie statistisch signifikant erfolgreicher ist, als die konventionellen Anästhesiemethoden.

Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass bei erforderlichen Nachinjektionen die intraligamentäre Anästhesie in den meisten Fällen als Methode der Wahl angewandt wurde. Demnach ergibt sich dann bei der intraligamentären Anästhesie eine Erfolgsquote von 98,0 %.

7.4. Fallbeispiele

7.4.1. Differenzialdiagnose unklarer pulpitischer Beschwerden

Im Rahmen der laufenden zahnärztlichen Praxis präsentierte sich ein junger Patient, männlich, 23 Jahre alt, zur Kontrolluntersuchung.

Anamnese:	gesund, keine Besonderheiten
Pflegezustand:	durchschnittliche Mundhygiene
Diagnose:	tiefe kariöse Läsion am Zahn 35

Geplante Behandlung: konventionelle Kavitätenpräparation, Aufbaufüllung mit Glasionomerzement.

Die Behandlung erfolgte auf Wunsch des Patienten ohne Lokalanästhesie.

Vier Tage nach der Behandlung meldete sich der Patient erneut und klagte über anhaltende Schmerzen im Unterkiefer links, die er aber keinem bestimmten Zahn zuordnen konnte. Alle Zähne im dritten Quadranten reagierten beim Kältetest sensibel und waren perkussionsunempfindlich. Zur weiteren Diagnostik wurde eine Einzelzahnrontgenaufnahme der Zähne 37, 36 und 35 angefertigt. Die Auswertung der Röntgenaufnahme ergab approximale kariöse Läsionen bei 36 (distal) und 37 (mesial).

Diese beiden Läsionen wurden in der selben Sitzung – wiederum auf Wunsch des Patienten ohne Lokalanästhesie – mit plastischen Compositfüllungen versorgt.

Am folgenden Tage stellte sich der Patient mit unveränderter Schmerzsymptomatik vor. Nacheinander wurden im 3. Quadranten die Zähne 37, 36 und 35 mittels intraligamentärer Anästhesie anästhesiert. Nach Ausschaltung des Empfindungsvermögens bei den beiden erstgenannten Zähnen war der vom Patienten empfundene Schmerz unvermindert vorhanden. Nach Anästhesie auch des dritten der in Betracht kommenden Zähne, war der Schmerz vollständig ausgeschaltet. Die Quelle der Schmerzauslösung war damit unzweifelhaft gefunden.

Die sich anschließenden therapeutischen Maßnahmen stellten sicher, dass der Zahn erhalten werden konnte.

Bei einer Inspektion nach 2 Tagen wurden vom Patienten keine ungewünschten Effekte, z. B. Elongationsgefühl oder Vorkontakt empfunden.

Wie in der Literatur beschrieben, sind die Ursachen von Gesichtsschmerzen odontogenen Ursprungs oft sehr schwer festzustellen (Simon, 1982).

Es wird die Hypothese aufgestellt, dass mittels intraligamentärer Einzelzahn-Anästhesie die Schmerzquelle zweifelsfrei lokalisiert und danach eine gezielte Behandlung zur

Beseitigung der Ursachen – und damit der andauernden Schmerzen – erfolgreich durchgeführt werden kann.

Die Ergebnisse im beschriebenen Fall zeigen, dass die intraligamentäre Einzelzahn-Anästhesie in der routinemäßigen, praktischen Anwendung – durchgeführt unter den definierten Bedingungen – dem Behandler eine sichere Möglichkeit bei der Diagnose unklarer pulpitischer Beschwerden gibt und keine ungewünschten Effekte verursacht.

7.4.2. Komplettierung partieller Anästhesieversager

Die Komplettierung der Anästhesie des N. alveolaris inferior durch intraligamentäre Injektionen wird bereits von Malamed (1982) empfohlen. Auch Giovannitti und Nique kommen in ihrem Status-Bericht 1983 zu der Empfehlung, die intraligamentäre Anästhesie zur Komplettierung zu verwenden, wenn die konventionelle Leitungsanästhesie nur unzureichende Pulpa-Anästhesie gebracht hat. Die von uns dokumentierten und nachstehend beschriebenen Fälle bestätigen diese Publikationen (Malamed, 1982; Giovannitti und Nique, 1983; Smith, Walton und Abbott, 1983).

Ein 27 jähriger Patient stellte sich mit klopfenden Schmerzen am Zahn 45 vor. Außerdem beschrieb er Schmerzen am selben Zahn beim Zubeißen und übermäßige Wärmeempfindlichkeit. Der Zahn reagierte auf Kälte verspätet positiv und war perkussionsempfindlich.

Eine daraufhin angefertigte Einzelzahnrontgenaufnahme zeigte eine geringe apikale Aufhellung am Zahn 45.

Anamnese: gesund, keine Besonderheiten

Pflegezustand: gute Mundhygiene

Diagnose: irreversible Pulpitis an Zahn 45

Geplante Behandlung: Vitalexstirpation, medikamentöse Einlage mit einem Calciumhydroxidpräparat und provisorischer Verschluß des Zahnes.

Die Behandlung erfolgte auf Wunsch des Patienten unter Lokalanästhesie. Als Anästhesiemethode wurde eine Leitungsanästhesie am N. mandibularis durchgeführt. Diese Anästhesie erfolgte lege artis.

Die Anästhesie trat nach Angaben des Patienten nach etwa 3 Minuten ein und machte sich durch ein Taubheitsgefühl an der Unterlippe rechts und der rechten Zungenhälfte bemerkbar.

Daraufhin wurde mit der Trepanation des Zahnes 45 begonnen. Beim Eröffnen des Pulpencavums verspürte der Patient einen leichten Schmerz.

Während des Vordringens mit der Extirpationsnadel in Apexnähe wurden die Schmerzen für den Patienten unerträglich.

Es wurde daraufhin beschlossen die Anästhesie mittels intraligamentärer Anästhesie zu komplettieren.

Nach Injektion von etwa 0,3 ml innerhalb ca. 30 Sekunden war die Anästhesie am Zahn 45 vollständig ausgeprägt.

Die Behandlung konnte wie geplant weiter durchgeführt werden, ohne dass der Patient irgendwelche Schmerzen verspürte.

Des weiteren stellte sich ein 43 jähriger Patient in der Sprechstunde vor. Nachdem ihm ein Teil der lingualen Facette des Zahnes 36 abgebrochen war, war dieser Zahn sehr schmerzempfindlich, was sich bereits beim Sondieren der Frakturstelle zeigte.

Anamnese:	gesund, Patient nimmt Medikamente gegen Bluthochdruck ein
Pflegezustand:	gute Mundhygiene
Diagnose:	koronale Fraktur der lingualen Wand des Zahnes 36, der bereits mit einer Amalgamfüllung versorgt war.

Geplante Behandlung: Entfernung der Amalgamfüllung, Versorgung des Zahnes mit einer Aufbaufüllung zur Vorbereitung einer späteren Überkronung.

Es wurde beschlossen, die anschließende Behandlung unter einer Leitungsanästhesie vorzunehmen. Etwa 4,5 Minuten nach der Injektion beschrieb der Patient ein leichtes Taubheitsgefühl in der Unterlippe links. Daraufhin sollte mit der Behandlung begonnen werden. Doch schon die Zugluft des angelegten Saugers bereitete dem Patienten Schmerzen. Da dieser noch keine Nachinjektion wünschte, beschloß man, noch einige Minuten abzuwarten.

Nach etwa drei weiteren Minuten schilderte der Patient, dass seine linke Unterlippenhälfte nun vollständig taub sei. Als aber der Sauger abermals angesetzt wurde, hatte der Patient wieder Schmerzen.

Schließlich entschied sich der Patient für eine Nachinjektion. Als Injektionsmethode wurde die intraligamentäre Injektion mit dem Soft.Ject ausgewählt.

Die Injektion erfolgte innerhalb etwa einer Minute an drei Einstichstellen. Einmal an der mesialen Wurzel, einmal an der distalen Wurzel und einmal lingual im Bereich der Bifurkation. Die zusätzliche Injektionsstelle im Bereich der Bifurkation zur völligen Schmerzausschaltung beschrieb Khedari bereits 1982, allerdings bezog er sich hierbei auf die Schmerzausschaltung bei Extraktionen. Die Einstiche waren für den Patienten schmerzlos. Es wurden insgesamt 0,6 ml Ultracain D-S injiziert.

Sofort nach der Injektion konnte die Behandlung schmerzfrei durchgeführt werden.

So stellt sich die Frage, ob man nicht gleich die intraligamentäre Anästhesie als Mittel der Wahl für die Einzelzahnanästhesie anwenden sollte.

Gerade für den Fall, dass nur ein Zahn in der jeweiligen Kieferhälfte behandelt werden muss, spricht nichts gegen die Anwendung dieser Methode. Für eine vollständige Anästhesie wird zudem nur ein Bruchteil der Menge Anästhetikum gebraucht, die für eine Leitungs- oder Infiltrationsanästhesie benötigt würde.

Der Patient wird dabei weniger stark durch die Anästhesielösung belastet. Außerdem besteht keinerlei Gefahr der unabsichtlichen intravasalen Injektion, was besonders bei Risikopatienten einen Vorteil darstellt.

Die Anästhesie ist in der Regel bei der intraligamentären Anästhesie direkt nach Abschluß der Injektion vollständig ausgeprägt. Das erspart sowohl dem Patienten, als auch dem Behandler unnötige Wartezeiten.

In keinem der Fälle trat ein für die meisten Patienten als unangenehm empfundenen Taubheitsgefühl auf.

Einen weiteren Vorteil bietet die relativ kurze Anästhesiedauer von etwa 30 Minuten. Der Patient kann praktisch direkt nach der Behandlung seiner gewohnten Tätigkeit nachgehen und ist in keiner Beziehung eingeschränkt.

All diese Vorteile sprechen dafür, die intraligamentäre Anästhesie als Mittel der ersten Wahl für die Einzelzahnanästhesie anzuwenden.

8. Diskussion

Im Vergleich zeigen die Ergebnisse der drei verglichenen Methoden, dass die intraligamentäre Anästhesie – bei Verwendung des Soft.Ject – Injektionssystems - auch bei zahnerhaltenden Maßnahmen den konventionellen Methoden, der Leitungs- und Infiltrationsanästhesie, mindestens ebenbürtig, in einigen Bereichen sogar überlegen ist. Eine solche Überlegenheit bei dieser speziellen Indikation wurde in der Literatur bisher nicht publiziert.

Zusätzlich ist es mittels der intraligamentären Anästhesie möglich, Ergebnisse bei der Differentialdiagnose unklarer pulpitischer Beschwerden zu erreichen, was mit den beiden anderen Methoden nicht möglich ist.

Die Aspekte der Behandlung von Patienten mit hämorrhagischer Diathese und Antikoagulantienmedikation, sowie von Kindern und Behinderten wurden nicht betrachtet, da entsprechende Patienten nicht zu den Testgruppen gehörten. In der Literatur wird beschrieben, dass hier Vorteile gegeben sind (Malamed, 1990; Stoll und Bührmann, 1983; Garfunkel et al., 1985; Ah Pin, 1987 und Grundy, 1984; Davidson und Craig, 1987).

Nach Aussage aller befragten Patienten treten bei der intraligamentären Anästhesie bedeutend weniger Injektionsschmerzen auf; mit zunehmender praktischer Erfahrung mit der intraligamentären Anästhesie nimmt die Verursachung von Injektionsschmerzen bei dieser Methode deutlich ab.

Die Erfolgsquote von 92,6 % ist bei der intraligamentären Anästhesie signifikant höher, als bei der Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie (79,2 % bzw. 87,1 %). Andere Autoren kommen zu ähnlich hohen Erfolgsquoten bei der Anwendung der intraligamentären Anästhesie. Marshall (2001) erreichte - ebenfalls mit dem Soft.Ject - eine Erfolgsquote von 89,2 %. Ähnliche Ergebnisse lassen sich auch für Druckspritzensysteme finden: Einwag (1982) berichtet beispielsweise von einer Misserfolgsquote von 10 % mit dem Ligmaject, Gray (1987) erreichte eine Erfolgsquote von 91,6 %.

Trotzdem ist ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren schwierig, da die Versuchsbedingungen meist unterschiedlich sind. So schildert Meechan (1992)

Quoten, die von durchschnittlich 10 % Misserfolgen stark abweichen. Müller bzw. Malamed sollen bei endodontischen Behandlungen einen Anästhesieerfolg von 72 % bzw. 60 % erzielt haben, bei Extraktionen dagegen 98 % bzw. 100 % (Meechan, 1992).

Bei einigen Autoren spielte auch die Lokalisation eine entscheidende Rolle für das Auftreten von Anästhesieversagern. Einwag (1982) berichtet von einer Versagerhäufung im Bereich der Frontzähne, laut Kaufman können die Eckzähne die Erfolgsquote negativ beeinflussen (Erlemeier, 1991).

Bei der intraligamentären Anästhesie ist praktisch keine Injektionslatenzzeit feststellbar, was bedeutet, dass mit der Behandlung sofort nach Beendigung der Injektion begonnen werden kann. Bei den beiden anderen Methoden muss teilweise länger als 5 Minuten gewartet werden, bis definitiv diagnostiziert werden kann, dass die Anästhesiewirkung eingetreten ist, bzw. ob nachanästhesiert werden muss.

Diese Wartezeit ist aus folgenden Gründen nicht außer Acht zu lassen:

Zum einen kann durch die intraligamentäre Anästhesie mit dem Soft.Ject – abgesehen von ihren anderen Vorteilen gegenüber den herkömmlichen Methoden, die später nochmals angesprochen werden sollen – der Patient psychisch geschont werden.

Der Patient befindet sich auf dem zahnärztlichen Behandlungsstuhl in der Regel in einer Ausnahmesituation. Durch die Schmerzausschaltung mittels intraligamentärer Anästhesie kann die Gesamtzeit, die der Patient in der Praxis verbringen muss, geringfügig reduziert werden. Somit ist er auch der psychischen Belastungssituation „Zahnarztbesuch“ etwas kürzer ausgesetzt.

Der zweite Aspekt, der bezüglich der Latenzzeit bei der Leitungs- bzw. Infiltrationsanästhesie angesprochen werden muss, ist eher juristischer Natur. Verläßt der Behandler zur Überbrückung der Latenzzeit bei Nutzung von zwei Behandlungsstühlen den Raum, so können beim Auftreten eines Zwischenfalles, wie z.B. ein anaphylaktischer Schock, wichtige Sekunden, vielleicht sogar Minuten vergehen, bis approbiertes Personal zur Stelle ist.

Nach intraligamentärer Anästhesie ist dieser Fall absolut ausgeschlossen, da es praktisch keine Latenzzeit gibt und der Behandler sofort nach der Injektion mit der Behandlung beginnen kann.

In beiden beschriebenen Fällen liegt der Vorteil der intraligamentären Anästhesie beim Patienten und gerade die Vorteile für den Patienten sollten für den Arzt vorrangig sein.

Doch für den Patienten beinhaltet die intraligamentäre Anästhesie noch weitere Vorteile:

- Für die erfolgreiche Anästhesie eines einzelnen Zahnes werden bei der intraligamentären Anästhesie in der Regel maximal 0,6 ml Anästhesielösung benötigt. Diese Menge entspricht etwa einem Drittel der Menge, die für eine Leitungs- oder Infiltrationsanästhesie benötigt wird. Zu bedenken ist, dass sich auch in den heute gebräuchlichen Anästhetika noch toxische Stoffe (meist Konservierungsmittel) befinden, wenngleich dies auch viel weniger sind als früher. Je weniger also injiziert werden muss, desto geringer ist die Belastung für den Patienten.
- Die Dauer der Anästhesie ist bei den konventionellen Methoden unnötig lang. Den Operationszeiten stehen unverhältnismäßige Zeiten der Anästhesiedauer gegenüber (Tab. 6):

Tabelle 6: Vergleich Behandlungsdauer – Dauer der Anästhesie.

	unter Leitungsanästhesie	unter Infiltrations- anästhesie	unter intraligamentärer Anästhesie
Durchschnittliche Behandlungsdauer	26,03 Minuten	17,9 Minuten	18,6 Minuten
Durchschnittliche Dauer der Anästhesie	3,86 Stunden	2,98 Stunden	< 30 Minuten

Die festgestellte Anästhesiedauer bei den konventionellen Anästhesiemethoden schränkt die Einsatzbereitschaft des betroffenen Patienten, hier des Soldaten, unangemessen lange ein. Diese Aussage trifft insbesondere auf zahnerhaltende Maßnahmen zu, während bei Extraktionen ohnehin eine längere Befreiung vom Dienst die Regel ist.

Die genannten Beeinträchtigungen der Lokalanästhesie waren bei den konventionellen Methoden primär das über Stunden eingeschränkte Empfindungsvermögen und Herz-/Kreislauf-Belastungen; in 6 Fällen wurde bei der Infiltrationsanästhesie von Frontzähnen Nasenlaufen und Augentränen festgestellt.

Die Beeinträchtigungen führten dazu, dass die betroffenen Soldaten über einen längeren Zeitraum nur eingeschränkt einsatzfähig waren (Tab. 7):

Tabelle 7: Eingeschränkte Einsatzfähigkeit nach der Injektion für die behandelten Soldaten der Bundeswehr.

LA = Leitungsanästhesie

IA = Infiltrationsanästhesie

Eingeschränkte Einsatzfähigkeit	Nach Leitungsanästhesie	Nach Infiltrationsanästhesie	Nach intraligamentärer Anästhesie
4 Stunden	154 Fälle	166 Fälle	0 Fälle
3 – 7 Tage (aufgrund von Extraktionen u. ä.)	48 Fälle	59 Fälle	3 Fälle
Bemerkungen	100 %	100 %	Die Einschränkungen sind durch die Nachinjektion LA und IA begründet

Die in der Literatur erwähnten Beeinträchtigungen bei der intraligamentären Anästhesie, primär reversibles Elongationsgefühl und Druckschmerz nach Abklingen der

Anästhesie, wurden nur in sehr geringem Umfang (2 Fälle) festgestellt. Die Ursachen dafür liegen wahrscheinlich in einer Kombination von anatomischen Verhältnissen des Patienten und nur graduell angepaßtem Injektionsdruck durch den Behandler (zu schnelle Injektion). Ebenfalls in nur 2 Fällen kam es einen Tag nach der intraligamentären Injektion zu einer lokalisierten Gingivitis am betroffenen Zahn. Diese heilte allerdings innerhalb weniger Tage wieder vollständig aus.

Fälle von Dolor post extractionem wurden weder bei der intraligamentären Anästhesie noch bei der Leitungs- und der Infiltrationsanästhesie diagnostiziert.

Nicht zuletzt besteht ein weiterer Vorteil der intraligamentären Anästhesie in der für den Patienten meist schmerzlosen Injektion. So kann die Spritzenphobie von Patienten abgebaut werden, was letztendlich auch ein Vorteil für den Behandler ist.

Patienten, die vorher aus „Angst vor der Spritze“ auf eine Anästhesie meist verzichtet haben, können dank der schmerzlosen Injektion unter intraligamentärer Anästhesie ruhig bzw. stressfrei und ohne Komplikationen, wie z. B. Wegzucken behandelt werden. Dies ist für beide Seiten (Patient und Behandler) viel angenehmer, was dazu führt, dass der Patient auch gerne wieder kommt.

Zuletzt soll noch ein Vorteil der Soft.Ject-Injektionsspritze für den Behandler angesprochen werden:

Die Soft.Ject-Injektionsspritze vermittelt im Gegensatz zu allen Hochdruck – Injektionssystemen durch die Art der Kraftübertragung ein sehr gutes Feedback für den Behandler während der Injektion. Der geübte Behandler spürt, ob er an seinem gewählten Injektionspunkt eine erfolgreiche Anästhesie durchführen kann, da der Gegendruck der Gewebes über das Dosierrad gut spürbar ist. Außerdem können wegen der direkten Kraftübertragung auch praktisch keine zu hohen Druckspitzen aufgebaut werden, wie sie sonst in der Literatur immer wieder beschrieben werden (Frenkel, 1989; Mazouch, 1990).

Schäden am Zahnhalteapparat sind nahezu ausgeschlossen.

Trotz dieser Vorteile der intraligamentären Anästhesie – durchgeführt mit Dosierad-Spritzen – gegenüber den konventionellen Methoden gibt es hinsichtlich der breiten Anwendung dieser Methode in den Augen des Verfassers dieser Arbeit ein Problem.

Um die intraligamentäre Anästhesie als ebenbürtige Anästhesiemethode in der zahnärztlichen Praxis etablieren zu können, muss es zu einem Umdenkprozeß innerhalb der Zahnärzteschaft kommen. Ganze Behandlungsabläufe müssen neu konzipiert werden. Der Zahnarzt muss zum Wohl des Patienten bei sich selbst Abstriche machen.

Für viele Zahnärzte erscheint es rationell, schnell zu injizieren und dann gleich bei einem anderen Patienten weiterbehandeln zu können, als bis zu eine Minute konzentriert eine intraligamentäre Anästhesie durchzuführen. Gerade in Stress-situationen, wie sie in der Praxis häufig vorkommen, ist es schwer, die Geduld für eine langsame (und deshalb u. a. erfolgreiche) Injektion aufzubringen. Es dauert eine gewisse Zeit, bis die intraligamentäre Anästhesie für den Behandler zur Routine wird. Nach eigener Erfahrung sind etwa 20 Injektionen zur Einarbeitung erforderlich. Dies liegt nicht daran, dass die intraligamentäre Anästhesie besonders schwer zu erlernen ist (Marshall, 2001), sondern daran, dass herkömmliche Denk- und Verhaltensmuster hinsichtlich der Lokalanästhesie abgelegt werden müssen.

Die vorliegenden Ergebnisse unterstreichen die Wirksamkeit der Methode der intraligamentären Anästhesie zur Schmerzausschaltung des Einzelzahnes bei unterschiedlich invasiven zahnärztlichen Behandlungsmaßnahmen, insbesondere bei Präparationen von Zahnhartsubstanzen. Aufgrund des schnell eintretenden Anästhesieeffektes und der geringen postoperativen Beeinträchtigung der Patienten durch die Anästhesie ist sie auch für die Anwendung bei Behandlung von Bundeswehrsoldaten bestens geeignet.

9. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

- Mit der intraligamentären Anästhesie ist es möglich, Anästhesieversager der konventionellen Methoden Leitungsanästhesie und Infiltrationsanästhesie zu komplettieren, speziell bei Versagern der Leitungsanästhesie ist der Erfolg überzeugend.
- Da es einem geübten Behandler mit einer sehr hohen Erfolgsquote möglich ist, die hohe Zahl von Anästhesieversagern bei der Leitungsanästhesie zu komplettieren, ist diese Methode – von wenigen Indikationen abgesehen – nicht mehr zeitgemäß.
- Bei einem mit der intraligamentären Anästhesie vertrauten Behandler bietet diese Methode im Vergleich mit Leitungs- und Infiltrationsanästhesie eine signifikant geringere Versagerquote.
- Die Beeinträchtigung der Patienten nach Ende der Behandlung ist unter intraligamentärer Anästhesie signifikant geringer als unter Leitungs- und Infiltrationsanästhesie. Bei der intraligamentären Anästhesie können Patienten nach Ende der Behandlung problemlos unverzüglich ihren beruflichen, sozialen oder privaten Verpflichtungen ohne Beeinträchtigung nachkommen.
- Die Anästhesiedauer bei der Leitungs- und Infiltrationsanästhesie ist bei Verwendung gleicher Anästhetika signifikant länger als bei der intraligamentären Anästhesie. Für die allermeisten Behandlungen wird diese lang anhaltende Anästhesie nicht benötigt.
- Mit der intraligamentären Anästhesie können Anästhesien für praktisch alle in Betracht kommenden Indikationen der Zahnerhaltung und auch der Extraktion zuverlässig erreicht werden.

- Die Latenzzeit zwischen Injektion des Anästhetikums und dem Eintritt der Anästhesie entfällt bei der intraligamentären Anästhesie praktisch vollständig. Es ist bei der intraligamentären Anästhesie möglich und auch angezeigt, mit der Behandlung unverzüglich nach der Injektion zu beginnen.
- Bei der intraligamentären Anästhesie besteht kein Risiko, dass es nach Ende der Behandlung zu postoperativen Bissverletzungen oder Verbrennungen durch zu heiße Speisen kommt, weil das Empfindungsvermögen des Patienten nicht beeinträchtigt ist.
- Unter intraligamentärer Anästhesie ist es möglich, in derselben Sitzung auch Behandlungen unter Lokalanästhesie in verschiedenen Quadranten durchzuführen, ohne dass der Patient über Gebühr beeinträchtigt wird.
- Durch konsequenten Einsatz der intraligamentären Anästhesie ist möglich, bei ausstrahlenden pulpitischen Schmerzen den verursachenden Zahn sicher zu diagnostizieren.
- In den meisten Fällen kann eine intraligamentäre Anästhesie mit wesentlich weniger Anästhetikum erreicht werden, als dies bei der Infiltrations- oder der Leitungsanästhesie möglich ist.
- Die meisten Patienten berichten, dass sie bei der intraligamentären Anästhesie praktisch keinen oder nur sehr geringen Injektionsschmerz spüren, was bei den konventionellen Methoden der Lokalanästhesie nur sehr selten von den Patienten berichtet wird. Mittels der intraligamentären Anästhesie ist es möglich, bei ängstlichen Patienten die „Angst vor der Spritze“ abzubauen.

10. Literatur

1. **Ah Pin, P. J.** (1987) The use of intraligamental injections in haemophiliacs.
Br Dent J, 21: 151-152
2. **Bernsen, P. L. A.** (1993) Peripheral Facial Nerve Paralysis after Local Upper Dental Anästhesia.
Eur Neurol 33: 90-91
3. **Bourdain, C.-L.** (1925) L'Anesthésie par l'injection intra-ligamentaire pour l'extraction des dents.
These de Doctorat, Editions de la Semaine Dentaire, Paris
4. **Brandau, R.** (1993) Die intraligamentäre Anästhesie (Video)
Empress-Verlag, Bad Brückenau
5. **Brandau, R.** (1994) Angst vor der intraligamentären Anästhesie - beim Patienten oder Behandler?
ZMK, 2: 48-49
6. **Brandau, R.** (2001) ILA – Neue Erkenntnisse zu einer alten Methode der Lokalanästhesie.
Der freie Zahnarzt, 11: 48-49
7. **Castagnola, L.,** Chenaux, G. und Colombo, A.(1976 / 1980) Die intraligamentäre Anästhesie mit der „Peripress“-Spritze.
Schw. Monatsschr. Zahnmed. 11: 1165
Quintessenz, 7, Referat 6096
8. **Cohen, H. P.,** Cha, B. Y. and Spangberg, L. S. (1993) Endodontic anesthesia in mandibular Molars: a clinical study.
J Endod, 19: 370-373

9. **Cowan, A.** (1986) A clinical assessment of the intraligamentary injection.
Br Dent J, 161: 296-298
10. **Davidson L.** and Craig, S. (1987) The use of the periodontal ligament injection
in children.
J. Dent.; 15: 204-208
11. **Einwag, J.** (1982a) Die intraligamentäre Anästhesie im Kindes- und
Jugendalter.
Dtsch. zahnärztl. Z., 37: 874
12. **Einwag, J.** (1982b) Klinische Erfahrungen mit der intraligamentären Anästhesie.
Dtsch. zahnärztl. Z. 37: 946-948
13. **Einwag, J.** (1985) Die intraligamentäre Anästhesie.
Zahnärztl. Mitt., 75: 693-695
14. **Erlemeier, E. M.** (1991) Aktuelle Aspekte der intraligamentären
Anästhesie.
Quintessenz 3, Ref. Nr. 7355
15. **Evers, H.** und Haegerstam, G.: Zahnärztliche Lokalanästhesie.
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln (2000)
16. **Faulkner, R. K.** (1983) The High-pressure Periodontal Ligament Injection.
British Dental Journal, 19: 103-105
17. **Frenkel, G.** (1989) Möglichkeiten und Grenzen der intraligamentären
Anästhesie.
Zahnärztliche Lokalanästhesie heute. Zwei Jahrzehnte Articain.
Frankfurt, Hoechst AG: 65-71
18. **Frenkel, G.** (1990) Zahnärztliche Lokalanästhesie heute – zwei Jahrzehnte
Articain
Aktuelles Wissen Hoechst, Symposium Bad Nauheim

19. **Fuhs, Q. M., Walker, W. A., Gough, R. W. and Schindler, W. G.:** The Periodontal Ligament Injection (1983) Histological Effects on the Periodontium in Dogs
J Endod, 9: 411-415

20. **Gaisbauer, G. :** Iatrogene Nervenläsionen durch Zahnbehandlungen und Haftung des Zahnarztes.
Aktuelles Wissen Hoechst, 9, Frankfurt (1997) S. 75-87

20. **Galili, D., Kaufman, E., Garfunkel, A. A. and Michaeli, Y. (1984)**
Intraligamentary anesthesia – a histological study.
Int. J Oral Surg, 13: 511-516

22. **Garfunkel, A. A., Kaufman, E., Marmary, Y. and Galili, D. (1983)**
Intraligamentary – intraosseous anaesthesia. A radiographic demonstration.
Int. J Oral Surg, 12: 334-339

23. **Garfunkel, A. A., Kaufman, E. and Galili, D. (1985)** Intraligamentary anesthesia (transligamentary anesthesia) for health compromised patients.
Gerodontology, 1: 63-64

24. **Giovannitti, J. A. and Nique, T. A. (1983)** Status report: the periodontal ligament injection.
J Am Dent Assoc, 106: 222-224

25. **Glockmann, E. :** Schmerzreduktion und Schmerzausschaltung bei der zahnerhaltenden Therapie.
Aktuelles Wissen Hoechst, Frankfurt (1997) S. 43-53

26. **Glockmann, E., Glockmann, I., Kulick, R. und Apostel, G.:** Schmerzreduktion und Schmerzausschaltung bei der Kavitätenpräparation und endodontischen Therapie -Klinische Erfahrungen mit der intraligamentären Anästhesie.
Aktuelles Wissen Hoechst, Frankfurt (1998) S. 135-144

27. **Gray, R. J. M., Lomax A. M. and Rood J. P. (1987)** Periodontal ligament injection: with or without a vasoconstrictor?
Br Dent J, 162: 263-265

28. **Grundy, J. R. (1984)** Intraligamentary anaesthesia.
Rest Dent, 1:36-42

29. **Harnisch, H. (1981)** Aktuelle Fragen der Lokalanästhesie.
Zahnärztl. Welt, Ref. 90: 28

30. **Heizmann, R. (1987)** Die intraligamentale zahnärztliche Lokalanästhesie im Vergleich zu den üblichen Anästhesieformen bei der Zahnextraktion.
Dissertation, Freie Universität Berlin

31. **Heizmann, R. und Gabka, J. (1994)** Nutzen und Grenzen der intraligamentären Anaesthesia.
Zahnärztl Mitt. 84: 46-50

32. **Huber H. P. und Wilhelm-Höft, C. (1988)** Auswirkungen der intraligamentären Anästhesie auf die Zahnbeweglichkeit.
Dtsch Zahnärztl Z, 43: 313-316

33. **Husson, R., Caux, Y. et Maquin, M. (1985)** L'anesthésie intraligamentaire.
Revue française d'endodontie, Vol. 4, No. 4: 29-36

34. **Kaufman, E., Galili, D. and Garfunkel, A. A. (1983)** Intraligamentary anesthesia: A clinical study.
J Prosth Dent, 49

35. **Kaufman, E., Sher Rand, R., Gordon, M. and Sgan Cohen, H. (1991)** Dental anxiety and oral health in young Israeli male adults
Community Dent Health, 9: 125-132

36. **Khedari, A. J. (1982)** Die intraligamentäre Anästhesie als Alternative zur Leitungsanästhesie im Unterkiefer.

37. **Kimmel, K.** (1994) Lokalanästhesie heute.
Dental-Spiegel, 6: 18-22
38. **Knirsch, W., Adam, M., Vogel., Lange, P. E. und Finke, Ch.** (1999) So
erkennen und schützen Sie Ihren Endokarditis-Risikopatienten.
Zahnärztl. Mitt., 89: 46-51
39. **Knoll-Köhler, E.** (1988) Sicherheit bei der Lokalanästhesie I: Pharmakologie
lokanästhetischer Substanzen.
Phillip Journal, 1: 33-41
40. **Koller, C.** (1884) Vorläufige Mitteilung über lokale Anästhesierung am Auge.
Klein Mbl Augenheilk: 20: 60-63
41. **Krüger, E.:** Operationslehre für Zahnärzte.
Quintessenz Bibliothek; 8. Auflage; Berlin (1993)
42. **Leilich, G., Arndt, R. und Frenkel, G.** (1985) In-vivo-Messungen zur Ermittlung
der bei der intraligamentären Injektion angewandten Kräfte.
Zahnärztl. Welt/Reform, 94: 51-53
43. **Leteur, R.** (1994) Lettre d'un praticien.
Informations dentaires, 6, 484
44. **Lipp, M. D. W.:** Die Lokalanästhesie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde.
Quintessenz-Verlag Berlin-Chikago-London-Moskau-Sao Paulo-Tokio (1992)
45. **Litta, F. D. et Nizzia, P.** (1984) Le indicazioni all'anestesia intraligamentosa.
Il Dentista Moderno, 8: 1167-1172

46. **Malamed, S. F** (1982) The periodontal ligament (PDL) injection: An alternative to inferior alveolar nerve block.
Oral Surgery, 53: 117-121
47. **Malamed, S. F**: Handbook of local anaesthesia.
Mosby-Year Book, St. Louis (1990) 160-218, 245-257
48. **Mayer, A. W.** (1976) Die Angst vor der Spritze.
Zahnärztl. Welt/Reform 21: 1006-1007
49. **Marshall, M.** (2001) Die intraligamentäre Anästhesie mit dem Soft.Ject zur Ermittlung der Praxistauglichkeit.
Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität zu München
50. **Mazouch, R.** (1990) Intraligamentäre Anästhesie. Praxiserfahrungen unter Verwendung eines druckbegrenzten Spritzensystems (Ultraject).
Zahnärztl Welt/Reform, 99: 458-462
51. **Meechan, J. G.** (1992) Intraligamentary anasthesia
J Dent, 20: 325 – 332
52. **Morse, D. R.:** Clinical endodontology
Charles C. Thomas, Springfield (1974)
53. **Müller, W. und Henne, J** (1985) Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Einsatzmöglichkeit der terminalen Anästhesie durch Injektion in das periodontale Ligament.
Stomatol DDR, 35: 521-527
54. **Müller, W. und Henne, J.** (1990) Experimentelle Untersuchungen zur Effektivität der intraligamentären Anästhesie.
Aktuelles Wissen Hoechst, Symposium Bad Nauheim
55. **Müller, W. und Henne, J.** (1991) Experimentelle Untersuchungen zur Effektivität der intraligamentären Anästhesie.

Dtsch zahnärztl Z., 46: 815-816

56. **Müller**, W. und Piesold, J. U. : Anästhesiologische Aspekte bei dento-alveolären chirurgischen Eingriffen.
Aktuelles Wissen Hoechst, Frankfurt (1998) S. 127-134
57. **Oehmke**, M. J., Karger-Dünnes, J., Fritz, T., Oehmke, S. G. und Hüttemann, R. W. (1997) Tierexperimentelle Untersuchung zur intraligamentären Anästhesie mit einer neuartigen Injektionskanüle.
Acta Med Dent Helv 2, 199-207
58. **Phillips**, W. H. (1943) Anatomic considerations in local anesthesia.
J Oral Surg, 1: 112-121
59. **Plagmann**, H.-Chr. und Jagenow, U. (1984) Tierexperimentelle Studie zur Reaktion der desmodontalen Gewebe auf intraligamentäre Injektion.
Dtsch Zahnärztl Z., 39: 677-682
60. **Plagmann**, H.-Chr. (1987) Möglichkeiten und Grenzen der intraligamentären Anästhesie (ILA).
Quintessenz, 10, Ref. 7021: 1711-1721
61. **Rahn**, R. (1987) Bakteriämie nach intradesmodontaler Anästhesie.
Schweiz Monatsschr Zahnmed. Vol. 97: 859-863
62. **Rahn**, R., Frenkel, G. , Atamni, F., Shah, P. M. und Schäfer, V. (1987)
Bakteriämie bei intraligamentärer Anästhesie.
Zahnärztl Mitt., 74: 2121–2129
63. **Rahn**, R., Shah, P. M., Schäfer, V. und Frenkel, G. (1987) Intraligamentäre Anästhesie mit druckbegrenzender Spritze.
Quintessenz, 8: Ref. 7000: 1329-1336
64. **Rood**, J. P.: Inadequate Analgesia.

65. **Schwenzer** und Grimm: Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Band 1,
2. Auflage
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1988)

66. **Simon**, D. E., Jacobs, T. L., Senia, E. S. and Walker, W. A. (1982)
Intraligamentary anesthesia: Aid in endodontic diagnosis.
Oral Surgery, 54: 77-78

67. **Smith**, G. N. and Pashley, D. H. (1983) Periodontal ligament injection:
Evaluation of systemic effects.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 56: 571-574

68. **Smith**, G. N. and Walton, R. E. (1983) Periodontal ligament injection:
Distribution of injected solutions.
Oral Surgery, 55: 232-238

69. **Smith** G. N., Walton, R. E. and Abbott, B. J. (1983) Clinical evaluation of
periodontal ligament anesthesia using a pressure syringe.
J Am Dent Assoc, 107: 953-956

70. **Staehele**, H. J., Kramb, A., Gehlen, I: Restaurative Zahnheilkunde bei Kindern und
jugendlichen. In: Staehele, H. J.; Koch, M. J. (Hrsg.), Kinder- und
Jugendzahnheilkunde.
Deutscher Ärzte-Verlag, Köln (1996) S. 192

71. **Stoll**, P. und Bührmann, K. (1983) Die intraligamentäre Anästhesie bei der
Zahnextraktion von Patienten mit hämorrhagischer Diathese.
Zahnärztl Welt/Reform, 92: 54-55

72. **Tagger**, M., Tagger, E. and Sarnat, H. (1994) Periodontal ligament injection –
spread of the Solution in the dog.
J Endod, 20: 283-287

73. **Tobien, V.** und Schulz, D. (2000) Veränderte intradesmodontale Injektion
ZMK, 5: 332-333
74. **Walton, R. E.** (1990) The periodontal ligament injection as a primary technique.
J Endod, 16: 62-66
75. **Walton, R. E.** and Abbott, B. J. (1981) Periodontal ligament injection: a clinical
evaluation.
J Am Dent Assoc, 103: 571-575
76. **Walton, R. E.** and Garnick; J. J. (1982) The periodontal ligament injection:
histologic effects on the periodontium in monkeys.
J Endod, 8: 22-26
77. **Walton, R. E.** and Torabinejad, M. (1992) Managing local anaesthesia
problems in the endodontic patient.
J Am Dent Assoc, 123: 97-102
78. **Weber** (1981) Arzneimittelkomplikationen durch Unverträglichkeit und Allergie
Zahnärztl Mitt., 71: 1004
79. **Wilms, H.** (2000) Die lokalanästhetische Wirkung verbessern und
unerwünschte Nebenerscheinungen eliminieren
DZW, 22: 22 und 23: 9-10
80. **Zugal, W.** (2001) Die intraligamentäre Anästhesie in der zahnärztlichen Praxis.
Zahnärztl Mitt., 91: 46-52

11. Anhang

11.1. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Eike Glockmann und Herrn Lothar Taubenheim für die wissenschaftliche Betreuung meiner Dissertationsarbeit, des weiteren Herrn Prof. Dr. Helge Toutenburg als Berater für die statistischen Berechnungen.

Auch bedanke ich mich beim gesamten Team der Zahnarztgruppe Sigmaringen, Graf-Stauffenberg-Kaserne, insbesondere bei meiner Helferin Frau Elvira Griener und Herrn Sebastian Kemper.

Nicht zuletzt gilt mein Dank auch meiner Lebensgefährtin Gabi Lenzenhuber, meinen Eltern und der Familie meiner Lebensgefährtin für deren Unterstützung.

11.2. Lebenslauf

Name: Tobias Dirnbacher

Geboren am: 05.02.1973

Geburtsort: Fürstenfeldbruck

Mutter: Irmentraut Elise Dirnbacher, geb. Lux

Vater: Franz Xaver Dirnbacher

1979-1983 Besuch der Grundschule in Mering

1983-1992 Besuch des Gymnasiums bei St. Anna in Augsburg

1992 Abitur

1993 Eintritt in die Bundeswehr als Sanitätsoffizieranwärter

11/1994 Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig – Maximilians - Universität in München

08/2000 Approbation zum Zahnarzt

seit August 2000 tätig als Truppenzahnarzt in der Graf-Stauffenberg-Kaserne in Sigmaringen.

T. Dirnbacher

11.3. Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben:

Prof. Dr. Eike Glockmann

Prof. Dr. Helge Toutenburg

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Sigmaringen, 10.09.2002

T. Dirnbacher